BEITRÄGE ZUR HISTOLOGIE DER RÄDERTIERE

(EOSPHORA, HYDATINA, EUCHLANIS, NOTOMMATA)

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

ACAD.
LANDWIRT.
BIBL.

VORGELEGT

VON

GUSTAV HIRSCHFELDER

AUS STUTTGART

MIT 9 FIGUREN IM TEXT UND 5 TAFELN

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1910

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551525_0042

Wohl keine Klasse des Tierreichs hat sowohl hinsichtlich ihrer Einreihung in das System als auch ihrer eignen Klassifikation größere Wandlungen durchgemacht, wie die der Rotatorien, ohne daß damit eine definitive Entscheidung erreicht worden wäre. Wenn auch diese Unsicherheit zu einem großen Teil durch die isolierte Stellung jener Tiergruppe und den Mangel verbindender Zwischenglieder begründet wird, so trägt doch anderseits auch unsre ungenügende Bekanntschaft mit der Organisation der Rotiferen einen wesentlichen Teil der Schuld. Ganz abgesehen von unsern geringen entwicklungsgeschichtlichen Kenntnissen, behandelt die überwiegende Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen nur die gröberen Verhältnisse des Rotatorienkörpers, so daß der feinere histologische Aufbau der Organe nur sehr vereinzelte Berücksichtigung gefunden hat. Ohne den Wert histologischer Details zu überschätzen, sind diese doch für das Verständnis gewisser Organsysteme (Nervensystem, Sinnesorgane, Drüsen, Geschlechts- und Excretionsapparat) unbedingt erforderlich und sind ferner indirekt imstande, uns gelegentlich wichtige Fingerzeige in systematischer Beziehung zu liefern.

Da die einzige Möglichkeit, tiefer als bisher in die Histologie der Rädertierorganisation einzudringen, in der Anwendung der Schnittmethode liegt, der aber für unsre Klasse so erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen, daß sie aus diesem Grunde nur relativ selten benutzt wurde, so galt es vor allen Dingen, dieser Schwierigkeiten Herr zu werden und ferner geeignetes Material zu erlangen.

Leider ist nun, wie sich bereits gelegentlich der Untersuchungen Tessins (41) gezeigt hat, Rostock überhaupt kein günstiger Ort für Rotatorienstudien, und so hatte auch ich ganz außerordentliche Mühe, ein passendes Material zusammenzubringen. Von *Hydatina senta*, die mir ihrer Größe wegen besonders erwünscht gewesen wäre, waren nur etwa 20 Exemplare aufzutreiben. Etwas reichlicher, doch immer noch in einer deprimierenden Spärlichkeit, die durch einen erhöhten Zeitaufwand kompensiert werden mußte, trat mir eine andre geeignete Species, *Eosphora digitata* Ebg., entgegen, die mein hauptsächlichstes Untersuchungsobjekt bildet. Ihr nicht häufiges Vorkommen verhinderte ein ausgedehntes Studium des lebenden Tieres, weil ich kein Exemplar für Konservierungsversuche und die Vorbereitung zum Schneiden missen mochte. So kam es, daß die Totalbilder nach abgetöteten Objekten angefertigt wurden, wobei der ganze Excretionsapparat ignoriert werden mußte. Außer den genannten wurden auch *Euchlanis dilatata* Ldg. und *Notommata aurita* Ebg. zur Untersuchung herangezogen. Von all den Rädertierformen, die mir begegnet sind, sollen nur noch die Gattungen *Actinurus* und *Conochilus* genannt werden, weil sie Tessin (41) in seiner Arbeit über die »Rotatorien der Umgegend von Rostock« nicht aufgeführt hat.

Hinsichtlich des Stoffes ist zu bemerken, daß, abgesehen von einigen biologischen Bemerkungen, von *Eosphora* Räderapparat, Nervensystem, Sinnesorgane, retrocerebraler Apparat und Muskulatur mit möglichster Genauigkeit geschildert werden sollen, während andre Organsysteme, wie Geschlechtsapparat, Excretionssystem und Fuß, die nicht so eingehend studiert wurden, in einem orientierenden Abschnitt über die »Körperform und Organe« wenigstens eine kursorische Behandlung finden. Die Beobachtungen an *Hydatina*, *Euchlanis* und *Notommata* werden am Schlusse der Arbeit unter entsprechenden Überschriften mitgeteilt.

Um ein möglichst vollkommenes Bild von *Eosphora* zu liefern, habe ich 17 aufeinander folgende Querschnitte einer selten schönen Serie, gewissermaßen einer »Leitserie«, reproduziert, die durch Frontal- und Sagittalschnitte, ferner durch Separatzeichnungen ergänzt wird. Lediglich um Zeit und Platz zu sparen, wurde bei vielen Schnitten von der Wiedergabe ihrer ganzen Ausdehnung Abstand genommen, aber nur dann, wenn die vernachlässigten Partien nichts besonders Erwähnenswertes zeigten.

Methoden der Untersuchung.

Bei der Untersuchung so winziger und dabei so kompliziert gebauter und so außerordentlich contractiler Objekte, die überdies noch durch ihre Cuticula dem Eindringen vieler Reagenzien einen erheblichen Widerstand entgegensetzen, spielt natürlich die Methodik der Untersuchung eine sehr wichtige Rolle.

Die Lebenduntersuchung diente hauptsächlich zur Beobachtung des sogenannten »retrocerebralen Sackes« nach Vitalfärbung mit Neutralrot, die von BEAUCHAMP (5) angegeben wurde. Ich gebrauchte eine Lösung von 1 : 50 000, die mit den Tieren zwischen zwei Deckgläser gebracht wurde. Nach kurzer Zeit klemmte ich die Objekte durch Andrücken eines mit Wachsfüßchen versehenen Deckglases fest und studierte sie. Ferner gab die Untersuchung des lebenden Materials Aufschluß über die Funktion der Kauer und erleichterte dadurch das Verständnis für ihre Anatomie wesentlich. Imprägnationen mit Methylenblau hatten einen negativen Erfolg. Das ZIEGLERsche Kompressorium legte ich bald wieder weg. Ganz abgesehen davon, daß sich kleinere Formen nur schwer genügend festpressen lassen, haftet ihm hauptsächlich der Nachteil an, daß es keine seitliche Verschiebung zwecks Rollung der Tiere zuläßt.

Die erste Aufgabe, die bei der Konservierung zu lösen ist, besteht darin, die Tiere so zu beeinflussen, daß sie sich in einem gut ausgestreckten Zustande abtöten lassen.

Die bekanntesten und auch am meisten zu diesem Zweck verwandten Betäubungsmittel sind wohl das WEBERsche Kokain (1 : 50) und das ROUSSELETsche Gemisch (Coc. hydrochl. 2 % 3 T., Alkoh. 90 % 1 T., Wasser 6 T.), von denen man dem die Tierchen enthaltenden Gefäß in Abständen von einigen Minuten je ein paar Tropfen (etwa 3) zusetzt. Die beizufügende Gesamtmenge des Narkotikums richtet sich natürlich nach der Menge des die Exemplare umgebenden Wassers. Im allgemeinen wird für einen zur Hälfte mit Wasser angefüllten Glasblock ein insgesamter Zusatz von sechs bis neun Tropfen genügen. Die Wirkung, die sich durch reaktionsloses Liegenbleiben der Tiere am Boden des Gefäßes kundgibt, tritt nach 1 oder häufiger $1^1/_2$—2 Stunden ein, während welcher Zeit Erschütterungen des Behälters, die häufig einen Mißerfolg nach sich ziehen, tunlichst zu vermeiden sind. Erwähnenswert ist vielleicht, daß die jüngeren Tiere in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle der Narkose länger widerstehen als ältere.

Von Beauchamp (4) wurde vor einiger Zeit ein Gemisch angegeben, (Coc. hydrochl. 1 g, reiner Methylalkohol 10 ccm, Aq. dest. 10 ccm), das dem Rousseletschen sehr ähnlich ist[1] und größere Beachtung verdient. Sein hauptsächlicher Vorzug vor den beiden obengenannten Mitteln besteht darin, daß es in wesentlich kürzerer Zeit wirkt als jene und daß Erschütterungen während der Narkose meist ohne nachteiligen Einfluß bleiben. Natürlich erreicht man auch mit diesem Betäubungsmittel nicht ausnahmslos gute Resultate. Ich suchte mich vor endgültigen Mißerfolgen dadurch zu schützen, daß ich die Tiere, die bei Eintritt der Narkose nicht gut gestreckt waren, in reines, sauerstoffreiches Wasser brachte, worin sie sich nach einer gewissen Zeit meist wieder erholten. Die Betäubung wurde dann zum zweiten, eventuell auch dritten Male vorgenommen; dabei stellte sich die merkwürdige Tatsache heraus, daß solche Tiere, deren erste Narkose mißglückt, auf eine weitere nur sehr selten nach Wunsch reagieren.

Als Fixierungsmittel wurde von dem französischen Forscher Osmiumsäure angegeben, und ich mußte die unangenehme Erfahrung machen, daß die Tiere häufig noch fähig waren, sich zu kontrahieren oder zu flektieren, wenn nach Verlauf einer für Verwendung von Osmiumsäure durchaus genügenden Betäubungszeit, andre Reagenzien zugesetzt wurden, die weniger rasch eindringen als jenes. Man sollte meinen, den Übelstand leicht beseitigen zu können, indem man ganz einfach die lähmende Flüssigkeit länger einwirken läßt; aber dabei passierte es mehr als einmal, daß bei längerer als halbstündiger Ausdehnung der Narkose, öfters auch schon nach 20 Minuten, die zuvor gut gestreckten Tiere sich plötzlich zusammenzogen. Im allgemeinen war ich mit der Methode recht zufrieden, folgendermaßen, fast streng nach Vorschrift verfahrend.

Die Objekte wurden in ein Gefäß mit $1^1/_2$ ccm Wasser gebracht, diesem zwei Tropfen des Narkotikums zugesetzt und das Ganze durch schwache, mit der Pipette hervorgerufene Strömungen vermischt. In

[1] Wie ich später ersah, hat schon Masius (32, S. 652) nach Coris Angabe ein Gemisch von Methylalkohol, Wasser und Kokain »en solution étendue« mit sehr gutem Erfolg angewandt.

Beauchamp erzielte auch mit Stovain (1 : 100), über das ich keine Erfahrung besitze, bei einigen Formen ausgezeichnete Resultate (3, S. CCXXVI Anm. und 4, S. XXXII). Derselbe Autor hat noch eine besonders günstig auf Vorticellen wirkende Methode veröffentlicht, die sich als Anästhetikum der Alkoholdämpfe bedient. Sie soll auch bei einigen Rotatorien sehr angebracht sein (Sur la fixation à l'état d'extension des animalcules contractiles et spécialement des Vorticelles. Bulletin de la Société zoologique de France. Vol. XXIX. 1904).

summa kamen meist sechs, seltener acht Tropfen der betäubenden Flüssigkeit zur Verwendung, und zwar je zwei Tropfen in Abständen von 5 Minuten. Nachdem die Tiere unbeweglich am Boden lagen oder auch nur noch ganz geringe Bewegungen ausführten, d. h. nach Verlauf von 13—17 Minuten, wurde ein Tropfen 1 %ige Osmiumsäure zugesetzt und diese sofort mit dem übrigen Inhalt des Glases gemischt. Nach 10 Minuten wurden die Objekte in destilliertes Wasser übergeführt, worin sie unter öfterer Erneuerung desselben etwa 5 Stunden verblieben, um dann zum beliebigen Gebrauch in einer 2 %igen Formollösung (98 T. Wasser und 2 T. 40 %iges Formalin) aufgehoben zu werden. Die so behandelten Tiere eignen sich in schöner Weise zu Totalpräparaten, und zwar halte ich es für das beste, sie ohne weitere Tinktion in eine 2 %ige Formollösung zwischen zwei durch Wachsfüßchen getrennte Deckgläser einzuschließen, die mit einem Paraffin- und Lackrand zu umgeben sind.

Das Zograffsche Rezept ziehe ich der gewöhnlichen Osmiumbehandlung nicht vor. Es mag jedoch sein, daß es bei durchsichtigeren Formen Besseres leistet. Nach Betäubung der Tiere mit dem Beauchampschen Gemisch ließ ich $^1/_4$ %ige Osmiumsäure 3 Minuten lang einwirken, überführte die Objekte auf 4 Minuten in rohen, im Verhältnis 1 : 10 mit Wasser verdünnten Holzessig, um sie nach reichlicher Wässerung in Glyzerin oder Formol aufzuheben.

Die osmierten Tiere sind gegen Alkohol sehr empfindlich und nur selten gelingt es, sie in einem brauchbaren Zustande bis zum Balsam zu bringen. Auch ein Einschluß in reines oder zur Hälfte mit Wasser verdünntes Glyzerin stößt häufig auf Schwierigkeiten. Etwas andres ist es bei Verwendung von Tieren, die nach einer der weiter unten für Schnittpräparate empfohlenen Methoden, besonders mit Pikrinchromsäure, behandelt wurden. Sie kann man ruhig durch die Alkohole führen und in Balsam aufheben, ohne erheblichere Schrumpfungen befürchten zu müssen, hauptsächlich dann, wenn man beim Wechseln der Alkohole etwas vorsichtig ist und das Nelken- bzw. Cedernholzöl langsam zufließen läßt. Ich hielt mir davon sechs Mischungen vorrätig, die einen verschiedenen Prozentsatz Alc. abs. enthielten und die ganz allmählich zugesetzt wurden. Es resultieren sehr hübsche Totalbilder, die in vielen Fällen einen weit tieferen Einblick ermöglichen als Osmiumpräparate und noch den Vorteil bieten, die Objekte lange Zeit hindurch rollen zu können. Ganz allgemein sei hier bemerkt, daß auf Tiere, die zu Totalpräparaten verarbeitet werden sollen, sämtliche Farbstoffe nur in stark verdünntem Zustande einwirken dürfen.

Über die Dauer der Einwirkung kann allein die mikroskopische Beobachtung entscheiden. Es ist ratsam, stets etwas zu überfärben und das Zuviel mit einer Spur von dem Wasser bzw. Alkohol zugefügter Salzsäure zu beseitigen.

Allen Betäubungsmitteln haftet der Übelstand an, daß ihre Verwendung zeitraubend ist und daß sie auf die einzelnen Individuen nach verschieden langer Dauer wirken. Dies kann sich bei gleichzeitiger Behandlung mehrerer Tiere dadurch sehr unangenehm bemerkbar machen, daß, während die einen Exemplare noch ungenügend betäubt sind, andre vielleicht schon abstarben, wobei natürlich Kunstprodukte entstehen können. Ich sah mich deshalb nach Mitteln um, die eine gute Massenabtötung zulassen, und probierte unter anderm auch heiße Flüssigkeiten, die ja schon seit langer Zeit auch bei Rotatorien Verwendung finden. Das Resultat, das mich sehr befriedigte, ist abhängig von dem Hitzegrad. Es ist ja nur selbstverständlich, daß bei Überschreitung einer gewissen Temperaturgrenze die feinere Struktur der Gewebe zerstört werden muß, und daß andernteils ungenügend erwärmte Reagenzien keine völlige Streckung der Tiere ergeben. Ausgedehnte Versuche ließen mich erkennen, daß auf 68—70° Celsius erwärmte Flüssigkeiten im allgemeinen zufriedenstellend wirken. Ich brachte das Fixierungsmittel zusammen mit einem Thermometer in ein Reagenzglas und erhitzte es unter andauerndem Schütteln auf den angegebenen Grad. Die Flüssigkeit wurde dann dem die Objekte enthaltenden Glasblock, der mit einer reichlichen Bodendecke Wassers angefüllt war, schnell zugesetzt.

Es lag nun sehr nahe, diese Methode mit einer der oben genannten zu kombinieren, und in der Tat erwies sich eine kurz (etwa 3 Min.) währende, vorherige Einwirkung von zwei bis drei Tropfen z. B. des Weberschen Kokains als recht nützlich. Dabei scheint sein günstiger Einfluß hauptsächlich darin zu bestehen, daß es die Tiere nach einem kurzen Kontraktionsstadium zu ausgiebigen Bewegungen veranlaßt. *Eosphora* z. B. hat häufig die Eigenschaft, beim Transport von einem Gefäß in ein andres hier eine Zeitlang kontrahiert liegen zu bleiben. Diesen Zustand beseitigt das Kokain, und es ist verständlich, daß das Überraschen ausgestreckter Tiere mit heißen Medien sicherer wirkt, als wenn man nur kontrahierte Tiere vor sich hat, doch unterliegt die Erscheinung, daß einfaches Erwärmen Rotatorien in einen ausgestreckten Zustand versetzen kann, gar keinem Zweifel. Es wurde in so und soviel Fällen festgestellt, daß vorher gänzlich zusammengezogene Tiere bei Verwendung heißer Füssigkeiten und ohne Kokain-

zusatz in tadellosester Weise abgetötet wurden. Daß der Erfolg hier weniger von dem Reagens als von der Wärmewirkung selbst herrührt, beweist das Verhalten z. B. von *Hydatina*, von der man nach einfachem Übergießen mit heißem Wasser, einer schnell eintretenden Färbung und Einschluß in 2 %ige Formollösung recht hübsche Präparate erzielt.

Immerhin ist beim Gebrauch warmer Reagenzien Vorsicht geboten, will man nicht gelegentlich das Opfer einer Täuschung sein. Es ist daher stets notwendig, zur Kontrolle auch Fixierungen mit kalten Flüssigkeiten vorzunehmen[1].

Zur Erzielung guter Schnittpräparate wurden im Laufe der Zeit über 70 Methoden angewandt, deren Aufzählung mit ihren mehr oder minder günstigen Ergebnissen zu weit führen würde. Ich will nur erwähnen, daß sonst bewährte Methoden, wie die Kodische und Mallorysche, sowie die Heidenhainsche Färbung, mehr oder weniger versagten, jedenfalls in keiner Weise einen Vergleich aushielten mit Präparaten, die auf folgende Weise gewonnen wurden.

Die mit größeren oder geringeren Mengen der Weberschen Kokainlösung vorbehandelten Tiere wurden mit kalter bzw. heißer Pikrinchromsäure nach Fol (Gesättigte wässerige Pikrinsäure 10 T., 1 %ige Chromsäure 25 T., Wasser 65 T.) übergossen und die Säure nach 3 bis 5stündiger Einwirkung mit erwärmtem Wasser (70—75° C) ausgewaschen. Nach dessen Erkalten sind die Tiere kurze Zeit (etwa 10 Min.) in 50 %igen und auf 24 St. in 70 %igen mehrfach erneuerten Alkohol überzuführen und in 95 %igem Alkohol aufzuheben. Allerdings ergaben die besten Präparate jene Tiere, die nicht längere Zeit in diesem Alkohol gelegen hatten, sondern gleich verarbeitet wurden.

Die geschilderte Fixierung hat auch den Vorteil, die äußere Form der Objekte sehr schön zu erhalten und ihre direkte Überführung aus einem Alkohol in den nächst höheren zu erlauben, ohne wesentliche Schrumpfungen aufkommen zu lassen. Sicherlich wird die beste Tinktion durch das Hämatoxylin nach Ehrlich erreicht, das ich zur Vorfärbung meist in unverdünntem Zustande etwa 3 Stunden einwirken ließ. Nach reichlichem Auswaschen wurden die Tiere entwässert, eingebettet und geschnitten. Eine eventuell notwendige Nachfärbung kann manchmal, hauptsächlich wenn die Tiere länger in Alkohol

[1] Die eine Streckung bewirkenden Mittel beeinflussen die verschiedenen Species in verschieden vorteilhafter Weise. Es will mir scheinen, daß im allgemeinen bei den L o r i c a t e n (ich habe Erfahrung mit *Euchlanis* und *Brachionus*) eine Narkose der Hitze vorzuziehen ist.

aufbewahrt wurden, recht langwierig sich gestalten. Ich erzielte besonders distincte Färbungen, indem ich zunächst etwas überfärbte und dann den überschüssigen Farbstoff mit salzsaurem 70 %igen Alkohol (1 : 1000) wieder auszog. Nach guter Wässerung erfolgte eine Plasmafärbung mit Orange G, die nicht genug empfohlen werden kann, und die übliche weitere Behandlung.

Diese Methode ergibt, aber natürlich nicht ohne Ausnahme, wunschlos schöne Präparate, und ihr steht die Behandlung mit Pikrinessigsäure nach Boveri (Gesättigte wässerige Pikrinsäure 100 T., Eisessig 3 T., Wasser 200 T.) nur wenig nach. Andre Acid. acet. enthaltende Reagenzien, z. B. auch die Sublimatessigsäure, lassen das Plasma zu grobkörnig gerinnen und sind deshalb ungeeignet. Im Falle der Anwendung des Boverischen Rezeptes wurde nach dreistündiger Einwirkung der Säure tropfenweise 50%iger, dann 70%iger Alkohol zugesetzt, in welch letzterem die Tiere 24 Stunden verblieben. Als Farbstoff kann ich hier Alaunkarmin nach P. Mayer und besonders Boraxkarmin als Stückfärbung empfehlen. Sollte einmal die Tinktion der Schnitte ungenügend sein, so können nur Alaunkarmin, Hämatoxylin oder von Anilinfarben speziell das Gentianaviolett benutzt werden. In jedem Falle ist eine nachträgliche Kontrastfärbung mit Orange G von Nutzen.

Betreffs der narkotisierten Tiere ist noch zu bemerken, daß es angebracht ist, sie vor der Fixierung in reines Wasser zurückzubringen (die 2—3 Tropfen Kokain, deren Zusatz bei Verwendung von heißen Medien weiter oben angeraten wurde, erheischen ein solches Vorgehen nicht), da Kokain mit den gebräuchlichen Konservierungsflüssigkeiten (Pikrinsäure, Sublimat, Chromsäure) einen weißen Niederschlag gibt, der störend wirkt, wenn er sich auch später in Alkohol wieder löst.

Objekte, die bei der Narkose verunglückt sind, lassen sich noch recht wohl zu Präparaten vom Kauapparat verwenden, der am besten mit Hilfe von Kalilauge isoliert wird.

Ich empfehle also bei der Konservierung in folgender Weise zu verfahren:

1) Narkose:
   a. Bei nachfolgender Osmiumbehandlung: Das Beauchampsche Gemisch;
   b. bei der mit andern Reagenzien: Die Webersche Kokainlösung oder die Verwendung heißer Flüssigkeiten.

2) Schnittpräparate:
   a. Pikrinchromsäure und Färbung mit Hämatoxylin Ehrlich — Orange G;
   b. Pikrinessigsäure und Färbung mit Borax- oder Alaunkarmin — Orange G.
3) Totalpräparate:
   a. 1 %ige Osmiumsäure nach Beauchamp und Einschluß in 2 %iges Formol;
   b. die sub 2) erwähnten Mittel, besonders Pikrinchromsäure, und auch Tinktionen mit Pikrokarmin, Bordeaux R oder Ammoniakkarmin und Einschluß in Balsam.

1. *Eosphora digitata* Ebg.

Die Bestimmung stieß auf große Schwierigkeiten, und da ich trotz aller Bemühungen nicht ganz ins reine kommen konnte, so schickte ich auf Anraten von Herrn Dr. E. F. Weber (Genf) einige Exemplare an Herrn Rousselet nach London, dem ich auch an dieser Stelle für seine liebenswürdige Unterstützung meinen wärmsten Dank aussprechen möchte. Herr Rousselet schwankte zuerst zwischen *Eosphora elongata* Ebg. und *Eosphora digitata* Ebg., entschied sich dann aber für letztere. Er war auch so freundlich, mir einige seiner vortrefflichen Präparate zu übermitteln. Eins von diesen betraf eine *Eosphora digitata*, die Bilfinger (9, S. 115) in Württemberg gefunden hat und die mit meiner, soweit sich feststellen ließ, vollkommen übereinstimmt.

Ehrenberg (14, S. 451) hat die Gattung *Eosphora*, deren Hauptcharakteristikum er in der Anwesenheit von drei Augen, eines Nackenauges und zweier Stirnaugen, sieht, mit vier Species aufgestellt, die sich bis jetzt behauptet haben. Vor Zeiten schuf Schmarda (36) noch eine Art, *Eosphora caribaea*, von der man meines Wissens seither nichts mehr gehört hat, außer daß sie ungenau beschrieben sei. Auch Stenroos (39, S. 136) versuchte die Gattung um eine Form, *Eosphora viridis*, zu bereichern, die aber nach Weber (43, S. 483) identisch ist mit *Eosphora aurita* Ebg. Bergendal (8, S. 93) fand einige Eosphoren, über deren Diagnose er sich nicht klar werden konnte.

Wenn ich nun mit einigen wenigen Worten die Literatur über *Eosphora digitata* Ebg. anführe, so übergehe ich alle die Autoren, die jene Species in faunistischen Arbeiten nur genannt haben.

Nach Ehrenberg (14, S. 452) finden wir unsre Art bei Dujardin (12, S. 650) unter dem Genus *Furcularia* — die Gattung *Eosphora*

hat er gestrichen — wieder. Bartsch (2, S. 339) beschreibt die Art in groben Zügen und schlägt für sie die Bezeichnung *Notommata digitata* vor. Eyferth (15, S. 82) nennt unser Tierchen und macht darauf aufmerksam, daß es wohl kaum sicher von *Eosphora elongata* Ebg. zu trennen sei. Auch Tessin (41, S. 145) hat es bei Rostock gefunden und teilt einige Beobachtungen mit. Derselbe Autor (40) beschäftigt sich in einer andern Arbeit hauptsächlich mit seiner Entwicklung. Die Figur und kurze Charakterangabe bei Hudson und Gosse (25, S. 27) basieren nicht auf eigner Anschauung. Etwas näher geht Weber (43, S. 483) auf unsre Species ein und unterstützt seine Darstellung durch eine Zeichnung. In neuerer Zeit hat sich noch Beauchamp (3, S. CCXXV) in dankenswerter Weise mit *Eosphora digitata* abgegeben. Er gibt zwei Bilder der vorderen Körperregion und beschreibt und reproduziert auch das Männchen, das vor ihm Rousselet (35, S. 176) wohl gesehen, aber nicht weiter beachtet hat.

Wenn sich Beauchamp für die Identität des von Eckstein (13) und Gosse (25) dargestellten *Triophthalmus dorsualis*, das sie irrtümlicherweise für die gute Ehrenbergsche Art hielten, mit der jugendlichen *Eosphora digitata* ausspricht, so kann man ihm nur beistimmen. Auch mir haben zuerst die drei Körnerhaufen, die der jungen *Eosphora* im Nacken sitzen, Augen vorgetäuscht, bis ich mich von ihrer vergänglichen Natur und der vollkommen gleichen Organisation des angeblichen *Triophthalmus* und der erwachsenen *Eosphora* überzeugt habe. Letztere wird von dem französischen Autor auch noch in einer vergleichenden Arbeit über den Räderapparat berücksichtigt (7, S. 22).

I. Körperform und Organe.

Die äußere Form von *Eosphora digitata* ist, wie ein Blick auf Fig. 1 (Taf. IX) zeigt, recht elegant. Der ziemlich quer abgeschnittene Kopf (*Ko*), der im Leben oft einen gelblichen Ton besitzt, trägt den Räderapparat (*Ro*), ein sowohl zur Herbeistrudelung der Nahrung, als auch zur Fortbewegung dienendes Wimperorgan, und verjüngt sich in einen wohlausgeprägten Halsabschnitt (*Ha*). Dieser setzt sich in den sanft anschwellenden Rumpf (*Ru*) fort, der, wenn man einige feine Ringmuskeln wirklich als Muskeln erkennt, niemals eine deutliche Segmentierung aufweist. Der Rumpf verschmälert sich erheblich nach hinten und geht in den mit zwei Zehen (*Ze*) endigenden sogenannten Fuß (*Fu*) über. Die dorsale Fläche des Tieres (Fig. 2) ist in der Rumpfregion stark gerundet, während die ventrale gar keine

oder doch nur eine geringe Wölbung erkennen läßt. Die durchschnittliche Größe des ausgewachsenen Tieres beträgt, vom Kopf bis zu den Zehen gemessen, 0,4 mm.

Der ventral am Kopf gelegene Mund (Fig. 2 *O*) führt in den allen weiblichen Rotatorien eigentümlichen Mastax oder Kaumagen (Fig. 1 *ma*), der zum Teil dorsal vom Gehirn (*Ce*) überlagert wird. Aus dem Mastax gelangt die zerkleinerte Nahrung durch einen Oesophagus (*Oe*) in den eigentlichen Magen (*Ma*), dessen vorderer Partie rechts und links je eine längliche Magendrüse (*Mdr*) angeheftet ist. Die unverdaulichen Speisereste werden durch den Enddarm (*Re*) nach außen entfernt.

Das umfangreichste Organ stellt der Geschlechtsapparat dar, an dem man einen Dotterstock und einen Keimstock unterscheiden kann. Das, was einem durch seine Größe imponiert, ist der Dotterstock (*Do*), während der oft schwer nachweisbare Keimstock nur eine ganz geringe Ausdehnung besitzt. Der Dotterstock liegt ventral vom Darm, kann aber an Umfang derart zunehmen, daß er sich dorsal über den Magen herumschlagen muß. Ich habe Tiere gesehen, deren riesig entwickelter Dotterstock sich mit einem Lappen bis zum Gehirn erstreckte. Der Dotterstock ausgewachsener Exemplare stellt, im Gegensatz zu den meisten Literaturangaben, kein reines Syncytium dar. Ich konnte beliebig oft, sogar bei Tieren, die auf der höchsten Höhe der Geschlechtsreife standen, auf Schnitten einige wohlausgebildete und recht scharfe Zellgrenzen wahrnehmen. Jede Zelle enthielt dann einen der bekannten Kerne, deren große Nucleoli manchmal die merkwürdigsten Umrisse annehmen. Sie können, was gelegentlich auch schon auf Totalpräparaten sichtbar wird, in zwei oder mehrere Portionen zerfallen, aber erst Schnitte zeigen die mit den Kernkörpern vorgehenden Veränderungen deutlich. Es entstehen Bilder, die zum Teil mit den von Tessin (40) veröffentlichten übereinstimmen. Da trifft man neben wohlumgrenzten und homogenen Nucleolen andre mit zackigem, zerfressenem Rande oder solche, bei denen die Zerstörung weniger an der Peripherie als in der mittleren Partie begonnen hat. Die Folgen sind zuerst kleine, muldenförmige Vertiefungen, die immer tiefer und schließlich zu Löchern werden. Mit andern Worten: Die Nucleoli zerfallen allmählich, was schon Lenssen (27, S. 434) bei *Hydatina senta* für wahrscheinlich hält, und ihre Substanz teilt sich dem Dotter mit.

Wie der Übertritt des Vitellus aus dem Dosterstock in das sich entwickelnde Ei vonstatten geht, darüber sind die Meinungen noch

verschieden. Auch in dieser Frage scheint mir Lenssen das Richtige getroffen zu haben. Er leugnet einen Übertritt auf dem Wege der Diosmose, wie es bis jetzt meist angenommen wurde, und behauptet, daß eine direkte Verbindung zwischen Dotterorgan und dem in Bildung begriffenen Ei temporär bestehe. Entweder soll der Dotterstock einen Fortsatz in das jugendliche Ei hineinsenden, der sich dann an seinem Ende öffnet und den Dotter entleert, oder aber Dotterstock und Ei verschmelzen so innig, daß eine Unterscheidung beider überhaupt nicht mehr möglich ist.

Bei *Eosphora* verhält es sich etwas anders, und zwar wird, wie man auf Schnitten feststellen kann, in einem gewissen Stadium die Begrenzung des Eies eine Strecke weit undeutlich, so daß an dieser Stelle eine Trennung zwischen dem letzteren und dem Dotterstock nicht mehr zu sehen ist. Es tritt also kein Fortsatz, aber auch keine restlose Verschmelzung beider auf, wie sie nach Lenssen bei *Hydatina* möglich ist, sondern man kann, abgesehen von einer Zone, immer gut wahrnehmen, wo das Ei anfängt und der Dotterstock aufhört.

Sehr wahrscheinlich kommt es zu einer chemischen Umsetzung eines Teiles der Vitellinsubstanz nach ihrem Eintritt in das junge Ei. In ihm findet man nämlich, vermischt mit der im wesentlichen körnigen und sich mit Hämatoxylin blau tingierenden Dotterstocksubstanz, zahlreiche verschieden große Schollen, die bedeutende Affinität zu Orange G besitzen und im Dotterorgan immer nur ganz vereinzelt auftreten. Die blau und gelb gefärbten Elemente sind direkt unter der strukturlosen Dotterhaut dichter als sonst angeordnet, so daß ein gleichmäßig breiter Streifen entsteht.

Der Eikern ist in dem geschilderten Stadium groß und bläschenförmig und sehr chromatinarm. Außer dem umfangreichen, dicht granulären Nucleolus, der sich mit Hämatoxylin-Orange G braungelb färbt, sind nur noch ein paar ganz kleine Chromatinkörnchen vorhanden.

Es wurde vorher auf den allmählichen Zerfall der Dotterstockkerne hingewiesen. Da man nun im Dotterstock aller Rädertiere zu jeder Zeit eine größere Anzahl von Kernen vorfindet, eine Zahl, die sogar bei manchen Formen — und wahrscheinlich auch bei der vorliegenden — konstant acht betragen soll, so müssen alle oder ein Teil der in Verlust geratenen Nuclei wieder ersetzt werden. Wo ist ihre Bildungsstätte zu suchen? Zum Dotterstock gehört noch ein bisher unbeachtet gebliebenes Organ, das ebenso wie das Ovar aus embryonalen Zellen zu bestehen scheint. Seine Elemente sind im Vergleich zu denen des Keimlagers durchschnittlich bedeutend größer und schärfer

und unregelmäßiger begrenzt. Ihm schreibe ich die Produktion neuer Dotterzellen zu.

Der massige, ventralwärts gebeugte Fuß (Fig. 1 u. 2 *Fu*) besteht aus vier, fernrohrartig ineinander verschiebbaren Gliedern, die aber nicht immer alle deutlich abgesetzt sind. Das erste Glied, und manchmal auch noch ein Teil des zweiten, wird dorsal von der hinteren, abgerundeten Rumpfpartie überdacht, die Weber (43, S. 484) als »appendice caudal« bezeichnet. Das ist nicht angebracht, denn es handelt sich nicht um einen besonderen Anhang, sondern die Cuticula des Rumpfes setzt sich kontinuierlich etwas über den Ansatz des Fußes hinaus fort, schlägt dann um, so daß eine Tasche (Fig. 2 *t*) entsteht, und bildet dann nach abermaligem Zurückbiegen die Begrenzung des Fußes.

Die beiden kolbenförmigen Fußdrüsen (Fig. 1 *Fdr*), mittels deren Secret das Tier sich festheften kann, sind zu mächtiger Ausbildung gelangt. Ihr Gewebe ist kleinvacuolär strukturiert und umschließt außer kleinen, stark gefärbten Körnchen eine Anzahl heller Kerne mit dunklem Nucleolus. Erwähnenswert ist die hervorragend schöne Symmetrie in der Anordnung der Kerne, deren Gesamtzahl ich nicht genau angeben kann.

Die beiden kräftigen Zehen (*Ze*), die ungefähr ein Drittel so lang sind wie der ganze Fuß, laufen in eine feine Spitze aus und tragen nicht genau in ihrer Mitte eine Öffnung, durch die die Klebdrüsen mittels eines Kanals (*Fdg*) münden.

Das nur am lebenden Objekt deutliche Excretionsorgan mußte auf den Totalbildern, die ja nach konservierten Tieren angefertigt wurden, leider ganz vernachlässigt werden. Ich will deshalb nur kurz auf einen Schnitt durch die vordere Aufknäuelung der beiden Hauptstämme hinweisen (Taf. X, Fig. 3,11 *Exc*), die natürlich in den verschiedensten Richtungen getroffen werden müssen. Ihr Plasma ist fast homogen und enthält kleine, dunkle Körnchen, die wahrscheinlich chromidiale Elemente, wie wir sie später noch eingehend berücksichtigen werden, darstellen. Auffallend ist die Anhäufung von Kernen, die zum Teil eine Größe von 5 μ erreichen. Bedauerlicherweise habe ich vergessen, mir Aufzeichnungen über die Zahl der Flimmerlappen zu machen. Aber wenn mich mein Gedächtnis nicht sehr trügt, so sind jederseits deren vier vorhanden. Das würde mit den Angaben Webers (43) und Beauchamps (3) übereinstimmen und in Widerspruch stehen mit der Bemerkung Bartschs (2), der nur drei Zitterflammen gefunden hat.

II. Biologie.

Eosphora digitata ist eine Süßwasserform und lebt in schlammigen Gewässern. Wenn man eine Schlammprobe unter der Lupe betrachtet, so macht es viel Vergnügen, zu sehen, wie diese reizenden, aber sehr gefräßigen Wesen in geschäftiger Eile ein Schlammteilchen nach dem andern nach Nahrung — hauptsächlich Algen — absuchen, wobei der Fuß stets etwas abwärts gebeugt ist. Seltener heftet sich das nicht beunruhigte Tierchen, das auch ein recht geschickter Schwimmer ist, mit seinen Zehen an dem Glasboden oder irgend einem Partikelchen an, um durch das Spiel seiner Cilien Beute heranzuwirbeln. Dabei werden dem Tier zuträgliche Stoffe gleich aufgenommen, andre definitiv abgelehnt und durch einen Spiralstrom fortgeschafft. Öfters wird ein und dasselbe Teilchen zweimal in die Gegend der Mundöffnung gebracht, gleichsam als ob das Tierchen sich nicht sofort das erstemal über dessen Natur hätte schlüssig werden können. Dann wird jenes entweder acceptiert oder endgültig fortgewirbelt.

Eosphora digitata ist nicht sehr widerstandsfähig. Wenn man sie in ein kleines, mit reinem sauerstoffreichen Wasser angefülltes Gefäß, z. B. einen Glasblock, bringt, so zieht sie sich schon nach relativ kurzer Zeit zusammen und bleibt unbeweglich am Grunde des Behälters liegen. Von allen andern Rotatorien schwand fast immer die Lebenskraft dieser Species zuerst. Mit ihrer Züchtung hatte ich keinen Erfolg.

Viele Dutzend Male hatte ich Gelegenheit einen Vorgang zu beobachten, der mir interessant genug erscheint, hier erzählt zu werden.

Eine *Eosphora digitata*, und nur von dieser sah ich es, legte sich mit ihrem Räderorgan an das Kopfende, die Seite oder an die Region oberhalb des Fußes eines Rotators, das demselben Geschlecht, und mit ganz seltenen Ausnahmen auch der gleichen Art angehörte wie der Angreifer. Nun setzte sich dieser, wie meist auch der passive Teil, mit seinen Zehen fest und führte heftige, stoßende und zuckende Bewegungen aus, um nach kürzerer oder längerer Zeit den Zusammenhang wieder zu lösen und weiter zu schwimmen. Wenn auch das andre Tierchen öfters noch eine Zeitlang in kontrahiertem Zustande liegen blieb, so war doch niemals irgend eine Verletzung an ihm wahrzunehmen. Es erholte sich vielmehr bald von seinem Schrecken und schien dann gänzlich intakt zu sein. Die Verbindung der beiden Objekte miteinander war meist so kräftig, daß starke, mit der Pipette hervorgerufene Strömungen nicht ausreichten, eine Trennung herbeizuführen.

Gosse (24, Vol. II, S. 26) berichtet von *Notommata najas*, daß sie auf einen großen Rotifer losgegangen sei, den Angriff wiederholt habe und »wild zu beißen« schien. Nun, ganz so schlimm habe ich die Sache nicht aufgefaßt, ja ich muß sogar gestehen, daß der ganze Vorgang einer gewissen Gemütlichkeit nicht entbehrte. Und wenn ich nachträglich doch etwas stutzig geworden bin, so ist das auf eine Bemerkung Beauchamps (3, S. CCXXIX) zurückzuführen, nach der sich *Eosphora* von andern Rotatorien ernähren soll. Auch Bergendal (8, S. 93) hat im Magen einer *Eosphora* die großen Kiefer einer *Philodina* gefunden. Ich will die Richtigkeit beider Angaben, von der ich mich allerdings nicht selbst überzeugen konnte, keineswegs bezweifeln, aber wenn Eyferth (15, S. 71) sagt, daß die Gattung ausschließlich von Rädertieren lebe, so ist dies entschieden zu weit gegangen. Ich habe meine Species oft bei der Nahrungsaufnahme beobachtet und sie immer nur Algen oder kleine organische Trümmer verschlingen sehen. Desgleichen waren auf Schnitten im Darm oder Oesophagus häufig die Schalen von Diatomeen nachweisbar.

Ehrenbergs (14, S. 415) Bejahung eines Gesellschaftssinnes bei den Rotatorien halte ich durchaus für berechtigt. Mir sind öfters kleine Pflanzenteile, z. B. Wurzeln von Wasserlinsen, zu Gesicht gekommen, die über und über mit dicht nebeneinander sitzenden Philodinäen, auf deren Bestimmung nicht weiter eingegangen wurde, wie besät waren. Man kann auch die Erfahrung machen, daß größere Rotatorienschwärme von einem Ort zu einem benachbarten wandern. Wurden zahlreiche Tiere in eine Uhrschale gebracht, so sammelten sich manchmal alle an einer Stelle an, wobei etwa Beeinflussungen durch Licht gänzlich ausgeschlossen waren, ja sie konnten sogar hier und da in Species gesonderte Gruppen bilden.

III. Räderorgan.

Dieses Kapitel wird etwas mehr enthalten, als sein Name verspricht, da einige nicht ganz leicht einreihbare Elemente vielleicht am besten hier aufgehoben sind.

Betrachtet man das Vorderende eines Tieres von der Dorsalseite (Fig. 1, Taf. IX), so sieht man in der Mitte eine flache, muldenförmige Vertiefung, deren Rand sich zu zwei kleinen Papillen (*P*) erhebt. Dann fällt das Räderorgan, nachdem es noch zwei größere Höcker (*d St*) gebildet hat, in einem Bogen nach lateral und hinten ab. Den genauen Verlauf dieser Kontur zeigen die Frontalschnitte Fig. 8,1—8,5

(Taf. XI). Die Verhältnisse bei Seitenansicht ergeben sich aus Fig. 2 (Taf. IX) und Fig. 10 (Taf. XII), welch letztere einen Medianschnitt darstellt. Die vorderste Region des Räderorgans ist dorsoventral stark komprimiert. Schnitte durch diese Gegend ergeben etwa hantelförmige Bilder (Taf. IX, Fig. 3,1 u. 3,2), natürlich vorausgesetzt, daß man es mit einem ganz ausgestreckten Tier zu tun hat. Etwas weiter nach hinten wird der Umriß ungefähr dreieckig mit einer mehr oder weniger eingesenkten dorsalen Basis (Fig. 3,3—3,5). Diese Gestalt behalten auch die nächsten Schnitte (Fig. 3,6 und 3,7, Taf. X) bei, die noch Reste vom Räderapparat erkennen lassen. Später, das darf ich wohl hier einfügen, werden sie mehr oval bis rundlich.

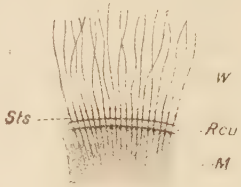
Die hinterste Grenze des Räderorgans fällt mit der der Ohren oder Aurikel zusammen. Die Ohren, die in Zweizahl vorhanden und von Ehrenberg (14) und andern übersehen worden sind, sitzen links und rechts am Kopf und stellen Vorwölbungen der Leibeshöhle im Bereiche des Räderorgans dar. Die Aurikel können nicht, wie z. B. bei *Notommata aurita*, für sich aus- und eingestülpt werden und sind am ganzen Tier nicht immer gut nachweisbar (Fig. 1 *Au*), dagegen auf Schnitten stets wohlabgesetzt (Taf. X, Fig. 3,6, 3,7 und 4,2; Taf. XI, Fig. 8,7 *Au*). Im übrigen vollzieht sich die Abgrenzung des Räderapparates nach hinten nicht in einer Ebene. Um dies beurteilen zu können, müssen wir uns zuvörderst über seine charakteristischen Elemente unterrichten.

Da sind zunächst die Cilien, die im wesentlichen in zwei Kränzen angeordnet liegen, einem vorderen, Trochus (Fig. 1 *vW*), und einem hinteren, Cingulum (Fig. 1 *hW*), dessen Verlauf ich etwas anders sehe als Beauchamp (3). Die sich nach außen ein wenig verjüngenden Wimpern sind von unterschiedlicher Größe, die kräftigsten und längsten sitzen den Ohren an, aber Tessin (41, S. 145) täuscht sich, wenn er meint, daß nur die überlegene Länge dieser Cilien »eine ohrförmige Bildung« erzeuge.

Die Entstehung der Cilien ist abhängig von einer sich mit Orange G braungelb färbenden, dichten und fast homogenen Matrix (Taf. IX, Fig. 3,5 u. a. *M*.). Sie bildet eine verschieden mächtige Lage, die in der Gegend der Aurikel am dicksten ist, und hat nach innen eine öfters etwas unregelmäßige, aber scharfe Begrenzung. Auf Frontalschnitten dagegen (Taf. XI, Fig. 8,7 u. a. *M*) ist dieser Belag immer wohlgeformt und läßt nirgends größere, nach hinten gerichtete zapfenförmige Vorsprünge erkennen, wie sie bei den verschiedensten Arten beschrieben werden. An einigen Stellen kann man sich davon überzeugen, daß

die Cilienmatrix nicht syncytial angeordnet, sondern in einzelne Zellen gesondert ist (Fig. 3,5 *M*). Dementsprechend verläuft die sie bedeckende Cuticula (*Rcu*), mit der wir uns gleich noch näher beschäftigen werden, nicht kontinuierlich weiter, weist vielmehr an dem Berührungspunkt zweier Matrixzellen eine Grenze auf. Es wäre also eigentlich richtiger, von einem Cuticularsaum zu reden. Die Matrixkerne sind infolge ihrer geringen Größe außerordentlich schwierig aufzufinden. In Fig. 3,5 sind einige davon eingetragen, und wir nehmen sie als helle, ovale, mit einem kleinen Nucleolus versehene Gebilde wahr.

Um etwas tiefer in den Bau der Räderapparatwand einzudringen, soll ein Stück von ihr bei stärkerer Vergrößerung betrachtet werden (Textfig. 1). Dort erscheint die Matrix (*M*) gleichmäßig grobgekörnelt, aber bei Verwendung guter Apochromatlinsen löst sich diese Körnelung oft sehr deutlich in ein fein-vacuoläres Gefüge auf. Den Abschluß nach außen hin bildet eine helle, homogene Cuticula (*Rcu*) von schwach gelbbrauner Färbung, deren innerer Kontur stärker hervortritt als der äußere (s. auch Taf. IX, Fig. 3,5; Taf. X, Fig. 3,6 und 3,7 *Rcu*)[1]. Die Feststellung, wodurch dieses Phänomen hervorgerufen wird, ist nicht uninteressant. Bei genauerem Zusehen ergeben sich die beiden Grenzen der Cuticula (Textfig. 1) nicht als einfache Linien, sondern sie sind mit einzelnen, dicht nebeneinander liegenden dunklen Körnchen besetzt. Da nun die innere Körnchenreihe aus größeren Elementen besteht, so ruft sie auch das Bild einer stärkeren Kontur hervor. Die Anordnung jener Granulae ist keine willkürliche, sie sind vielmehr in den Verlauf der Wimpern (*W*), die einerseits die Cuticula durchbrechen und anderseits in die Matrix (*M*) hinein sich fortsetzen, eingeschaltet. Diese Körnchen müssen wir als Basalkörner oder Blepharochondren bezeichnen, die von der Matrix umschlossenen Teile der Cilien als Wimperwurzeln (37, S. 19f. u. 105). Nach Vignon (42) sind weder die Cilienwurzeln (S. 572ff.), noch die Basalkörner (S. 592ff.) bei Wimperzellen konstant, sondern es sind zufällige Bildungen, deren der Wimperapparat zu seiner Funktion nicht bedarf. Näheres hierüber ist in der sehr ausführlichen Arbeit des französischen Forschers zu finden. Die etwas verdickte Basis der Cilien bildet einen Stäbchensaum (*Sts*), der aber nur in der Ohrengegend eine gute



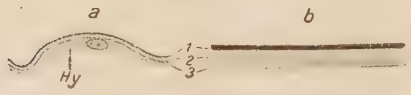
Textfig. 1.
Ein Stück der Räderorganwand. Stark vergr.

[1] Auf den Frontal- und Medianschnitten wurde die Cuticula nur mit einem einfachen Kontur wiedergegeben.

Ausbildung erfährt, wie überhaupt für all diese Feinheiten nicht jede Stelle des Räderorgans gleich günstig ist. Jedes Stäbchen trägt an seinem distalen Ende, in einiger Entfernung von der Cuticula, ein kleines Korn.

Die Beschaffenheit und Abgrenzung der Räderapparatwand ist wegen der tangentialen Schnittfläche auf den vordersten Bildern (Fig. 3,1—3,3) der Hauptserie nicht deutlich, aber schon der folgende Schnitt (Fig. 3,4) und noch besser Fig. 3,5 zeigt klare Verhältnisse. Hier ist in der mittleren dorsalen Partie die geschilderte Matrix (*M*) mit ihren Produkten unterbrochen, und ihre Enden werden durch eine dunkle, fast schwarz erscheinende Cuticula (*Kcu*), wie sie auch der ganze Rumpf besitzt, miteinander verbunden. Ganz Ähnliches zeigen außer andern die beiden Frontalschnitte Fig. 8,1 und 8,2 (Taf. XI), und wenn wir noch auf die Verschiedenheit der Cuticula (*Rcu*), die die beiden ohne Wimperkleid gezeichneten Ohren (*Au*) auf Fig. 3,6 und 3,7 (Taf. X) überzieht, von der Cuticula (*Kcu*) der übrigen Peripherie hingewiesen haben, so werden diese Fälle als Beweis ausreichen, daß erstens zweierlei Arten von Cuticulae vorhanden sind, ferner, daß das Räderorgan nicht ringförmig in einer Ebene gegen den Hals abgesetzt ist, was ja schon weiter oben erwähnt wurde.

Jene dunkle Cuticula (*Kcu*), die also das ganze Tier mit Ausnahme des Räderapparates umgibt und im Gegensatz zu der Räderorgancuticula als Körpercuticula bezeichnet werden kann, ist hinlänglich von der des genannten Organs verschieden. Sie soll, damit der Gegensatz zwischen beiden recht scharf zum Ausdruck kommt, gleich hier besprochen werden. Wir wählen ein dem Rumpfabschnitt entnommenes Stück (Textfig. 2 *a*), weil dort die Wand am stärksten ist. Sagittal- und Frontalschnitte sind zu dieser Untersuchung empfehlenswerter als Querschnitte. Ich habe, um ganz deutlich zu werden, noch eine stark vergrößerte und schematische Zeichnung (Textfig. 2 *b*) beigefügt. Ganz bequem kann man drei Schichten unterscheiden, die sicherlich nicht die Folge einer eigentümlichen Lichtbrechung sind. Die äußerste (1) macht einen derben Eindruck und erscheint tief schwarz. Die mittlere (2) ist entweder glashell oder nimmt etwas Orange G an und besitzt dann einen hellgelben Ton. Die innerste Schicht (3) tingiert sich mit Orange G intensiv braungelb. Diese drei Schichten, die scharf gegeneinander abgesetzt sind, haben nicht immer



Textfig. 2.
Körpercuticula und Hypodermis (*Hy*).

die gleiche Dicke, weder in demselben Tier, noch bei verschiedenen. In dem wiedergegebenen Falle prävaliert die mittlere Schicht, während die ihr anliegenden von annähernd gleichem Durchmesser sind. Ein andres Mal reduziert sich die helle Schicht zu einem dünnen Streifen und die innere, die gelegentlich recht schwach sein kann, gewinnt an Mächtigkeit.

Das Bildungsgewebe dieser Körpercuticula, das ich im Gegensatz zur Matrix des Räderapparates einfach als Hypodermis bezeichne, ist in den Abbildungen fast immer vernachlässigt worden. Sie (Textfig. 2 *a*; Taf. IX, Fig. 3,5 und Taf. XI, Fig. 8,1 *Hy*) ist bedeutend heller als die Matrix, durchweg syncytial und besteht aus einer dünnen, manchmal überhaupt nicht mehr nachweisbaren Lage körnigen Plasmas, das nur in der Gegend der ziemlich spärlich eingelagerten Kerne etwas anschwillt. Letztere sind hell, von ovaler, wohlumschriebener Form und bergen außer einem stets vorhandenen Nucleolus noch ein paar kleinere chromatische Elemente.

Im Räderorgan, und nicht nur eng auf dieses beschränkt, befinden sich neben nervösen und etwaigen bindegewebigen Elementen noch eine größere Anzahl von Zellen, die ihrer Lage in der vorderen Körperregion wegen, Kopfzellen genannt werden mögen. Wir wollen zunächst ein Schema von ihnen betrachten (Textfig. 3).

Textfig. 3.
Schema einer Kopfzelle.

Es handelt sich um auf dem Querschnitt mehr oder weniger rundliche, durchschnittlich etwa 8 μ große, einkernige Zellen. Ihr Kern ist verschieden geformt und scharf umschrieben. Seiner Wand sind zahlreiche Chromatinkörnchen angelagert, in deren Anordnung man verschiedene Modi unterscheiden kann. Entweder besetzen sie die ganze Kernperipherie oder sie lassen eine oder mehrere Zonen frei. Im ersteren Falle scheint bei oberflächlicher Betrachtung die ganze Kernwand, ähnlich wie vorher die Räderapparatcuticula, von einem breiten, zusammenhängenden Kontur gebildet zu werden, während bei genauerem Studium zu erkennen ist, daß man dicht aneinander gereihte Chromatinpartikelchen vor sich hat (s. obere Kernhälfte). Folgen die Körnchen noch enger aufeinander, so entsteht das Bild eines warzigen Stranges (s. untere Kernhälfte). Sie können aber auch so gedrängt liegen, daß eine scheinbar einheitliche Linie resultiert, die infolge der unterschiedlichen Größe ihrer Komponenten an den

einzelnen Stellen verschieden dick sein kann. Die übrige chromatische Substanz ist über den Kern zerstreut, der einen mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Nucleolus umschließen kann. Ein Liningerüst existiert natürlich auch.

Das reichliche Plasma ist meist von faseriger, manchmal auch mehr feinkörniger oder homogener Beschaffenheit. In ihm finden sich oft mehr oder weniger regelmäßig gestaltete hellere Partien und ein verschieden gut entwickeltes Balkenwerk, das aus feinen, aber nicht gleich starken achromatischen Fäden besteht. Diese sind im wesentlichen in radialer Richtung angeordnet, und es ist durchaus keine Seltenheit, daß man sie vom Kern bis zur Zellgrenze verfolgen kann. Daneben sieht man Stränge, die mitten im Plasma zu endigen scheinen, und solche, die mehr circulär oder schräg verlaufen. Bei Zellen, die in einem wesentlich kleineren Maßstabe gezeichnet wurden, als das Schema, möchte es wohl hier und da scheinen, als ob dieses intracelluläre Balkenwerk nur durch einen Konflux der einzelnen Waben zu größeren Komplexen, etwa ähnlich den Blasen des Bierschaumes, zustande käme, also nur Wände großer Waben darstellen würde. Dem ist aber nicht so. Dagegen spricht schon der ganze Habitus der Fäden, ihr meist geradliniger Verlauf und ferner die Tatsache, daß man die einzelnen Bälkchen häufig über die Kreuzungsstelle mit andern hinaus einwandfrei verfolgen kann, was ja nicht möglich wäre, wenn es sich um abgeschlossene Waben handelte. Wir haben es vielmehr mit Differenzierungen des Plasmas zu tun, die wir auch noch in Zellen von anderm Charakter antreffen werden und über deren vermutliche Bedeutung ich mich später aussprechen will.

Im Plasma fallen weiterhin noch kleinere und größere, dunkle Granula auf, die in ihrem färberischen Verhalten vollkommen mit den Chromatinkörnchen im Kern übereinstimmen. Welcher Art mögen diese wohl sein? Vor etlichen Jahren stellte R. Hertwig (22, S. 4) bei *Actinosphaerium* den Begriff »Chromidien« auf. Er versteht darunter kleine, über das Plasma zerstreute Körperchen, die sich genau so tingieren, wie das Chromatin des Kernes, aus dem sie stammen. Später hat sich hauptsächlich Goldschmidt (17) mit diesen merkwürdigen Gebilden beschäftigt und fand sie auch in den lebhaft funktionierenden Gewebszellen der Metazoen (*Ascaris*). Er hält den Chromidialapparat für eine »funktionelle Struktur«.

Wenn ich nun die dunklen Körnchen im Plasma der Kopfzellen für Chromidien in Anspruch nehme, so geschieht es durchaus nicht aus felsenfester Überzeugung, daß es sich hier wirklich um chromatische

Substanz, die aus dem Kern ausgetreten ist, handelt. Aber für Stoffwechselprodukte, wohl das einzige, was noch in Betracht zu ziehen wäre, spricht noch weniger als für Chromidien, zu deren Gunsten sich Beziehungen der Granula zum Kern anführen lassen. Ich stieß nämlich, ebenso wie Goldschmidt, auf Kerne, an deren Membran ein oder auch mehrere der von Chromatin nicht zu trennenden Körnchen derart saßen, daß eine Entscheidung, ob sie noch zum Kern oder schon zum Plasma zu rechnen seien, unmöglich war. Ferner können solche Granula der Kernmembran von außen eng anliegen, und man trifft sie in jedwedem Abstand vom Nucleus. Kurz, die Sache sieht so aus, als ob tatsächlich Chromatin aus dem Kern auswandern würde. Einen Übertritt von Kernsubstanz ins Plasma haben wir bereits bei der Besprechung des Dotterstocks festgestellt, und auch die dunklen Granula im Protoplasma des Excretionsorgans und der Fußdrüsen möchte ich am liebsten für Chromidien halten.

Die Chromidien habe ich, wie ja schon aus dem Gesagten hervorgeht, immer nur als unterschiedlich große homogene Körner wahrnehmen können, während sie bei *Ascaris* nach Goldschmidt meist in Form gewundener, verschieden gebauter Bänder und Stränge auftreten. Zwar gibt dieser Autor auf Taf. XI, Fig. 6, außer seinen Chromidialsträngen eine größere Anzahl mit Gold geschwärzter Körnchen wieder, jedoch spricht er diese für Stoffwechselprodukte an. Ohne diese Diagnose anzweifeln zu wollen, vermißt man doch eine Aussprache darüber, warum er denn diese Körnchen, die ja genau dieselbe Färbung aufweisen, wie die Chromidialstränge, für Stoffwechselprodukte hält. Die Chromidien begleiten gern die Fäden des intracellulären Balkenwerks (Textfig. 3), mit dem sie aber, was ihre Entstehung anbelangt, sicherlich in keiner Weise zusammenhängen. Öfters liegen sie so dicht hintereinander, daß rosenkranzförmige Figuren zustande kommen.

Dem Kern angelagert oder auch an irgend einer beliebigen Stelle in der Kopfzelle trifft man manchmal ein helles, vacuolenähnliches Gebilde (*a*), dessen Peripherie ganz oder teilweise von Chromidien eingenommen wird, wodurch die Abgrenzung von der dunkleren Umgebung noch schärfer sich gestaltet. Da solche Bildungen öfters in einander entsprechenden Zellen symmetrisch auftreten, so ist nicht anzunehmen, daß sie nur ganz zufällig entstehen und ohne Bedeutung sind. Freilich kann ich nicht angeben, was ihnen obliegt. Ebenso rätselhaft ist noch ein andres Gebilde (*b*), das auch keine bestimmte Lage hat, aber doch meist in der nächsten Umgebung des Kernes zu finden ist. Es kann ebenfalls in zwei Zellen symmetrisch vorhanden

sein. Mir wollte es öfters so vorkommen, als ob es von dem vorigen nicht immer ganz scharf zu trennen wäre. In typischer Ausbildung sieht es wie ein kleiner Kern aus, und es kann, wovon wir uns später noch überzeugen werden, unter Umständen schwierig sein, den eigentlichen Zellkern von diesen »Imitationen«, die manchmal wirklich abgeschnürte Kernstücke zu sein schienen, zu unterscheiden.

Die Verteilung der Chromidien über das Plasma ist keine bestimmte. Wenn auch hier und da eine Partie eine größere Anreicherung zeigt, so kann man doch von einer im allgemeinen ziemlich gleichmäßigen Zerstreuung über den ganzen Zellleib reden. Bei *Ascaris* dagegen liegen sie vorwiegend nur um den Kern herum, werden mit der fortschreitenden Entfernung von ihm immer spärlicher und verschwinden schließlich ganz. Bei *Eosphora* ist es insofern eher umgekehrt, als dort in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle der Zellgrenze zahlreiche Chromidien unmittelbar angelagert sind, wodurch wieder ein sehr scharfer Kontur formiert werden kann. Über die Art ihrer Anordnung an der Wand brauche ich nur das schon bei Besprechung der Kerne Gesagte zu wiederholen. Sie können, was nicht häufig zutrifft, die ganze Peripherie besetzen oder ein oder mehrere Segmente freilassen, es kann jedes Chromidium eben noch für sich wahrgenommen werden (Textfig. 3 rechte Wandhälfte), oder die Körnchen folgen so dicht aufeinander, daß sie mit ihren Basen verschmolzen zu sein scheinen (linke Wandhälfte) oder auch eine ganz einheitlich aussehende Linie bilden, und immer kann die Größe der einzelnen Elemente Schwankungen unterworfen sein.

Wir wollen uns nun über die Verteilung der so beschaffenen Kopfzellen orientieren und müssen vorausschicken, daß sie alle streng symmetrisch angeordnet sind, d. h. die Zellen der rechten Körperhälfte entsprechen in Form, Größe und Lage, öfters auch in ihrer Struktur vollständig denen der linken. Aber leider kann ich dies dem Leser nicht ganz tadellos demonstrieren, da die Erlangung einer Serie, die alles gleich gut und schön bewiese, ein großer, mir nicht vergönnter Glückszufall ist. Die Kopfzellen beobachten aber in ihrer Anordnung nicht nur die Symmetrie, sondern sie sind auch, was nur ganz kurz gestreift werden soll, konstant, indem jede Zelle in gleicher Lage, fast in gleicher Form und relativer Größe in jedem Tier vorhanden ist. Doch habe ich nie die Zellen an eine bestimmte Stelle fixierende Elemente feststellen können, die aber unbedingt postuliert werden müssen. Ich konnte es mir um so eher versagen, alle Zellen mit einer Bezeichnung zu versehen, als sie ja auch auf den Figuren meist symmetrisch liegen

und durch die schnittweise übereinstimmende Art ihrer Ausführung als etwas Gleichwertiges gekennzeichnet sind.

In das Totalbild (Taf. IX, Fig. 1) wurden, um allzu große Komplikationen zu vermeiden, nur vier derartiger Zellen (*kz*) eingetragen. Sie sind zwischen dem Gehirn (*Ce*) und der vordersten Körpergrenze placiert. Mehr Kopfzellen — jederseits acht — zeigt der mit Apochromatlinsen vergrößerte Frontalschnitt (Taf. XI, Fig. 8,7 *kz*), die im wesentlichen vor dem Mastax (*ma*) liegen. Sie sind teilweise eng aneinander geschmiegt oder decken sich sogar gegenseitig etwas. Die größte Zelle hat eine Hauptausdehnung von 12 μ. Ich bitte, hier besonders die Symmetrie der Anordnung zu beachten; auch die der Form und Größe ist manchmal nicht übel ausgeprägt. Die scheinbar einzelne, in der Medianlinie gelegene Zelle (kz_1) ist in Wirklichkeit paarig, was aus dem vorhergehenden Schnitt (Fig. 8,6) erhellt. Dort wurden die beiden Zellen (*kz*) voll getroffen. Es mag zuerst befremdlich erscheinen, daß sie, und auch manche andre, nicht in ihrer ganzen Ausdehnung reproduziert wurden. Ich habe davon immer dann Abstand genommen, wenn ihre totale Wiedergabe einer guten Übersicht hinderlich gewesen wäre. Auch die von allen übrigen nur allein gezeichnete Zelle (*kz*) auf Fig. 8,4 ist nicht unpaar und zweikernig. Tiefe Einstellung und der folgende Schnitt (Fig. 8,5 *kz*) lassen einen deutlichen, trennenden Kontur erblicken. Im übrigen liegen diese Zellen sowohl, als auch die von Fig. 8,3 (*kz*) dem Gehirn (*Ce*) dicht an oder überlagern es etwas. Niemals jedoch sind sie organisch mit ihm verbunden, sondern es handelt sich wirklich nur um eine Anlehnung, was durch Heben und Senken des Tubus leicht festgestellt werden kann.

Wenn wir uns nun den Querschnitten zuwenden, so wollen wir zuvörderst einen einfach liegenden Fall vornehmen (Taf. X, Fig. 3,6). Außer ein paar undeutlichen, ignorierten Resten angeschnittener Zellen sind jederseits des Mastax (*ma*) vier dicht aneinander gedrängte Kopfzellen (*kz*) vorhanden, wozu rechts noch eine mehr dorsal gelagerte (kz_1) kommt. Einige lassen sich ganz bequem auch über die beiden nächsten Schnitte verfolgen (Taf. X, Fig. 3,7 und 3,8 *kz*). Das Plasma ist hier (Fig. 3,6) zum Teil etwas heller und homogener als auf dem Schema und wird mehr oder weniger stark von Chromidien durchsetzt, die manchmal recht hübsch eine Anordnung an der Zellwand erkennen lassen. Die Kerne zeigen im allgemeinen nichts Besonderes, vielleicht mit Ausnahme von dem der Zelle *kz*. Er besitzt nämlich, was sonst nie wieder beobachtet werden konnte, einen großen achromatischen Nucleolus. Der Kernwand liegen ferner von innen zwei größere

Chromatinbrocken, die in weniger hübscher Weise auch in dem entsprechenden linken Kern zu sehen sind, klumpig an, während die übrige Peripherie von ungefähr gleich großen Partikelchen dicht besetzt wird.

Die größere Zahl an Kopfzellen (*kz*) läßt die Verhältnisse auf Fig. 3,5 (Taf. IX) etwas komplizierter erscheinen. Zwei Zellen der linken Seite berühren die Ventralfläche des Gehirns (*Ce*), aber es muß wieder ausdrücklich betont werden, daß es sich nur um einen lockeren Konnex handelt. Bei einigen Elementen ist die wandständige Lage der Chromidien, die manchmal nur durch einen homogenen, kräftigen Kontur ausgedrückt werden konnte, in hervorragend schöner Weise sichtbar. In der Zelle kz_1 scheint ein Chromatinkörnchen eben im Begriff zu sein, aus dem Kern auszutreten. Wenigstens befindet sich dort ein dunkles Körperchen auf der Scheide der Kernwand, dessen kürzeres Ende sich noch im Kern aufhält, während das andre schon in das Plasma vorgeschoben ist. Die oben (Textfig. 3 *a* und *b*) beschriebenen vacuolen- oder mehr kernähnlichen Gebilde, deren Umriß in größerer oder geringerer Ausdehnung mit Chromidien besetzt ist, sind hier reichlich und zum Teil in symmetrischer Lage vertreten. Ein Schulbeispiel, in wie hohem Maße kernähnlich solche Bildungen sein können, bietet die Zelle *Z* (Fig. 3,5) dar. Von ihr kann ich leider nicht mit Bestimmtheit angeben, ob sie dem Gehirn oder den Kopfzellen angehört, aber dies ist jetzt auch ziemlich nebensächlich. In dieser Zelle sind zum mindesten drei Komplexe vorhanden, von denen jeder einzelne seinem Aussehen nach einen Kern repräsentieren könnte. Daß aber nur der kleine dunkle ein wirklicher Kern ist, geht sowohl aus dem Studium andrer Serien, als auch aus einem Vergleich mit der entsprechenden Zelle der rechten Seite hervor. An dieser fällt der Zellkern gleich in die Augen, und das Bild der Einkernigkeit wird durch die drei rechteckigen, hellen Partien in keiner Weise verwischt.

Weiter vorn werden die Figuren etwas unübersichtlicher und verschwommener, aber ich glaubte doch nicht von ihrer Wiedergabe Abstand nehmen zu sollen. Auf Fig. 3,4 kann man sich eben noch zurechtfinden. Über die Natur der fünf nebeneinander liegenden Zellen (*Z*) konnte ich wieder nicht ins reine kommen. Sie mögen nervös sein, können aber auch Kopfzellen vorstellen. Sie befinden sich etwas höher als die länglichen, stark hervortretenden Gehirnkerne (*Ce*). In eine von ihnen wurden zwei wirkliche Kerne eingetragen, von denen aber der kleine dunkle nicht zugehörig ist und in eine andre Ebene fällt. Auch eine Reihe zweifelloser Kopfzellen (*kz*) ist vorhanden, deren Besprechung sich nach dem schon Gesagten erübrigt. Die Faser *x*,

die die beiden Schnitthälften miteinander verbindet, ist wahrscheinlich bindegewebigen Charakters. Ihre lateralen Abschnitte verbreitern sich etwas. Auf der linken Seite steht die Faser mit einer Ganglienzelle (Gz_1) in Berührung, ohne aber aus ihr zu entspringen.

Eine ganz ähnliche Faser, die aber in ihrer Mitte unterbrochen scheint, zeigt Fig. 3,3 (x). Sie wird jederseits von einem plasmatischen, spindelförmigen Körper entlassen. Von den Kopfzellen dieser Figur wollen wir nur die mit kz und kz_1 bezeichneten erwähnen. Erstere tut sich durch einen sehr schön entwickelten Chromidialapparat hervor und durch einen größeren, recht dunkel gefärbten Nucleolus, der bei den letzteren (kz_1) von einem kleinen, hellen Hof umgeben wird. Einen derartigen Hof werden wir später in einer bestimmten Art von Drüsenkernen wiederfinden. Aber ganz abgesehen von dieser hellen Zone, lenkt der wohlausgebildete Kernkörper besonders dieser drei Zellen den Verdacht auf Drüsenzellen. Daß ihnen jedoch de facto keine secretorische Funktion zukommt, dafür spricht der Bau ihres Plasmas und die Nichtkonstanz der geschilderten Kernstruktur. Auf Fig. 3,2 finden sich vier sichere Kopfzellen (kz), während die mediane und vielkernige Zelle Z eine etwas zweifelhafte Stellung einnimmt. Wahrscheinlich ist sie nervös und soll deshalb noch in einem andern Kapitel erwähnt werden. Fig. 3,1 zeigt einige Kopfzellen (kz) im Anschnitt.

Auf derselben Zeichnung sind zwei paarige Gebilde von obskurer Art vorhanden. Das eine (x) ist ganz scharf umschrieben, fast kreisrund und birgt in seiner Mitte ein nicht stark tingiertes Korn. Das andre (y) ist mehr quadratisch und wird von einem lichten, aber ziemlich breiten Kontur begrenzt. Es umschließt einen schräg orientierten, dunklen keulenförmigen Stab, dessen verdickte Partie perforiert ist. Das Ganze macht nicht den Eindruck einer Zelle.

Wir haben nun die Histologie und Verteilung der Kopfzellen kennen gelernt, und es dürfte jetzt angebracht sein, ihre Natur zu diskutieren.

Ich mußte im Laufe der Darstellung bei einigen Zellen mein Unvermögen zugeben, sie sicher zu erkennen und habe als Differentialdiagnose Ganglienzellen angeführt. Es kamen vorwiegend solche Zellen in Betracht, die ihrer Lage nach ganz oder teilweise im Gehirn eingeschlossen sein können. Daraus ist zu entnehmen, daß im Ganglion mit den Kopfzellen vollkommen übereinstimmende Elemente vorhanden sind. Und wenn ich trotzdem den nervösen Charakter ersterer entschieden in Abrede stellen muß, so geschieht es aus folgenden Gründen. Es muß zunächst vorgreifend konstatiert werden, daß sich an der

Zusammensetzung des Gehirns verschiedene Zelltypen beteiligen, von denen drei Arten, darunter aber nicht die den Kopfzellen gleichende Art, auch im peripheren Nervensystem sich finden. Bei einigen ihrer Vertreter gelang stets der Nachweis eines unmittelbaren und innigen Zusammenhanges mit dem Cerebrum. Anders bei den Kopfzellen. Zwar stehen auch sie öfters in Berührung mit dem Gehirn, doch kann man sich, was schon mehrmals betont wurde, immer ohne größere Mühe davon überzeugen, daß keine organische Verbindung vorliegt, sondern nur eine lockere Anlagerung, die mit dem Kontraktionszustand des Tieres wechselt. Ferner sind, im Gegensatz zu den peripheren Ganglienzellen, nie von den Kopfzellen abgehende Fasern wahrzunehmen. Aber von all dem ganz abgesehen, wer vermöchte an eine derart sinn- und zwecklose Häufung so großer Ganglienzellen im Kopfabschnitt zu glauben! Die wirklichen peripheren Ganglienzellen sind im allgemeinen hübsch verteilt und kommen im ganzen Körper vor, während die Kopfzellen auf die vordere Region beschränkt bleiben.

Stellen also die Kopfzellen keine nervösen Elemente dar, so sind sie auch nicht nach hinten zapfenartig vorspringende Auswölbungen der Räderapparatmatrix, wie sie bei so vielen Rotatorien beschrieben wurden und die Beauchamp (3, S. CCXXVI, Fig. 1) bei unsrer Species «cellules de la couronne» nennt. Sie sind es schon deshalb nicht, weil die meisten Kopfzellen gar nicht bis zur Matrix heranreichen und, soweit sie es doch tun, durch eine mathematische und histologische Grenze streng von ihr geschieden sind. Vorderhand weiß ich keine bessere Erklärung, als sie für eine Art Polsterzellen zu halten, die bei plötzlichen Kontraktionen des Tieres eine allzu energische Kompression der Organe zu vermeiden haben. Das intracelluläre Balkenwerk diente zur Erhöhung der Festigkeit der Kopfzellen. Ein Moment spricht allerdings gegen ihre mehr passive Rolle. Das ist die Entwicklung eines Chromidialapparates, der bis jetzt nur bei lebhaft funktionierenden Gewebszellen bekannt ist.

Im vorderen Körperabschnitt fallen noch eine Anzahl großer, ovaler, teils zweikerniger Zellen auf (Fig. 1 *Dz*), über deren Bau wir uns zunächst wieder unterrichten wollen. Es handelt sich um ausgesprochene Drüsenzellen, und einige von ihnen wurden in Fig. 3,7 (Taf. X, *Dz*) histologisch eingetragen. Die hellen umfangreichen Kerne sind mit einem relativ großen und sehr chromophilen Nucleolus von meist exzentrischer Lage versehen, der in allen Drüsenkernen des Rädertierorganismus wiederkehrt. Außer ihm können noch einige kleinere, einem zarten Liningerüst aufsitzende chromatische Elemente

existieren. In der Regel wird die Kernperipherie in ihrer ganzen Ausdehnung von Chromatinkörnchen eingefaßt, wie wir es ja schon bei den Kopfzellen kennen gelernt haben und wie es auch bei allen andern Kernen vorkommen kann. Nur selten weist die chromatische Wand Lücken auf oder ist überhaupt nicht ausgebildet (Dz_1). Die beiden Kerne dieser Zelle scheinen gar keine eigne Membran zu besitzen, sondern es sieht so aus, als ob die Abgrenzung nur durch den Farbenunterschied zwischen Plasma und Nuclei deutlich würde. Das Plasma ist vacuolär, und zahlreiche Übergänge führen von kleinsten Vacuolen zu größeren. Eine besonders schöne Vacuolisierung zeigt die Zelle *Dz* von Fig. 3,6 *C* (Taf. X), deren Kern in einen andern Schnitt fällt. Ihr Plasma ist reicher als das der andern von, manchmal auch wandständig angeordneten, Chromidien durchsetzt. Zwei merkwürdig große Chromidien umschließt die Zelle Dz_1 von Fig. 3,7 (Taf. X).

Diese Drüsenzellen liegen direkt unter der Cuticula bzw. Hypodermis oder in einem geringen Abstand von ihr, ohne daß aber befestigende Stränge hätten beobachtet werden können. Sie bilden einen nicht ununterbrochenen Kranz, der sich von der Dorsal- bis zur Ventralseite erstreckt und auf glücklich geschnittenen Serien absolut symmetrisch ausgebildet ist. Der Kranz (Fig. 1 und Taf. X, Fig. 4,2 *Dz*) besteht aus einer zumeist einfachen Zellreihe, deren Kerne und Kernkörper natürlich nicht alle auf demselben Schnitt getroffen werden.

Einen guten Einblick in die überlegenen Größenverhältnisse dieser Zellen, die eine Ausdehnung von 27 : 20 μ erreichen können, gewähren neben Totalbildern besonders die Frontalschnitte (Taf. XI, Fig. 8,1—8,3 und Fig. 8,7 *Dz*). Die das Gehirn (*Ce*) überlagernde Partie der beiden Zellen *Dz* von Fig. 8,3 und 8,4 wurde weggelassen. Einige Zellen von Fig. 8,1 und 8,7 (*Dz*) stehen in der Gegend der Ohren (*Au*) mit der Räderapparatmatrix (*M*) in mehr oder minder innigem Kontakt und das mag dazu beigetragen haben, daß man sie irrtümlicherweise für Matrixgewebe selbst hielt. Ganz sicher sind die beschriebenen Drüsenzellen identisch mit den »birnförmigen Zellen« oder «cellules de la couronne» Beauchamps (3), die nach ihm die Cilien tragen sollen, und andre Rotiferen betreffende Angaben über Zahl und Bau von Kernen in den schon öfters genannten, nach hinten vorspringenden, angeblichen Matrixzapfen machen es wahrscheinlich, daß es sich nicht um die eigentliche Matrix handelt, sondern, wie bei *Eosphora*, um besondere Drüsenzellen. Die diesbezüglichen Verhältnisse bei *Hydatina senta* sollen später erörtert und hier nur noch kurz erwähnt werden, daß nach meinen Beobachtungen auch bei *Euchlanis dilatata* und

Notommata aurita die Matrix des Räderorgans sich nicht in Zipfel auszieht.

Über die Bedeutung der Drüsenzellen für den Organismus kann ich nichts Bestimmtes mitteilen, doch müssen sie vielleicht für die Bildung der Blutflüssigkeit verantwortlich gemacht werden. Frei in ihr flottierende Körperchen, wie sie z. B. von Leydig (29, S. 78) bei *Eosphora najas*, *Euchlanis* und andern, von Zelinka (47, S. 25) bei *Callidina russeola* beobachtet wurden, konnte ich nie wahrnehmen. Daneben könnten die Drüsenzellen auch noch die Kopfzellen in ihrer Polsterwirkung unterstützen.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Das **Räderorgan** trägt links und rechts je ein Ohr und ist nicht ringförmig in einer Ebene gegen den Hals abgesetzt. Seine hinterste Grenze fällt mit der der Ohren zusammen.

Die Matrix des Räderorgans bildet einen mäßig dicken, dunklen, dichtgranulierten, öfters auch fein-vacuolären Saum, der immer wohl begrenzt ist und niemals nach innen oder hinten in größeren Zapfen vorspringt. Sie erscheint manchmal nicht syncytial, sondern in einzelne Zellen gesondert. Ihre Kerne sind klein, hell und mit einem dunklen Nucleolus versehen.

Die Cuticula des Räderorgans ist homogen und hell, mit einem gelbbraunen Anflug. Sie kann zellenweise abgesetzt sein.

Die Cilien sind im wesentlichen in zwei Kränzen angeordnet und verjüngen sich etwas nach außen. Die kräftigsten und längsten sitzen den Ohren auf. Die basalen Abschnitte der Wimpern bilden einen Stäbchensaum. Jedes Stäbchen hat an seinem distalen Ende eine kleine Anschwellung. Die Cilien durchbrechen die Cuticula und setzen sich als Wimperwurzeln in die Matrix hinein fort. Wo die Cilien den inneren und äußeren Kontur der Cuticula schneiden, liegt je ein dunkles Korn, so daß im ganzen zwei Reihen von Basalkörnern vorhanden sind.

Die **übrige Körperwand** ist abweichend von der des Räderorgans. Sie besteht aus einer dreischichtigen Cuticula, die von einer syncytialen, sehr dünnen Hypodermis hervorgebracht wird. Diese ist ziemlich hell, körnig und schwillt nur an den hellen, mit einem Nucleus versehenen Kernen stärker an.

Der vordere Körperabschnitt umschließt eine Anzahl einkerniger Zellen, sogenannte **Kopfzellen**, die vielleicht als Polsterzellen fungieren. Sie sind konstant und hinsichtlich ihrer Form, Lage und Größe,

öfters auch ihrer Histologie, streng symmetrisch auf beiden Seiten ausgebildet.

Ihr nicht ganz heller Kern kann außer andrer chromatischer Substanz einen mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Nucleolus enthalten. Die Kernwand wird ganz oder teilweise von dicht aneinander gedrängten Chromatinkörperchen unterlagert.

Das Plasma ist meist faserig und wird von einem achromatischen Balkenwerk durchzogen. Die einzelnen Stränge sind vorwiegend radial angeordnet und dienen wohl zur Festigung der Zelle. Über das Plasma sind kleine stark färbbare Körnchen zerstreut, die wahrscheinlich Chromidien, also ausgestoßene Kernsubstanz, darstellen. Mit Vorliebe legen sie sich der Zellmembran dicht an und folgen den Fäden des intracellulären Balkenwerks. Das Plasma umschließt häufig vacuolen- oder mehr kernähnliche Gebilde, deren Peripherie in verschiedener Ausdehnung von Chromidien besetzt wird.

Die Ausstoßung chromatischer Substanz aus dem Kern scheint auf zweierlei Weise vor sich gehen zu können. Entweder durchbrechen einzelne Chromatinkörnchen die Kernwand, oder aber es schnürt sich ein Stück vom Kern ab.

Mit diesen Kopfzellen dürfen die in der Gegend des Gehirns gelegenen ein- oder zweikernigen **Drüsenzellen** nicht verwechselt werden. Sie liegen unter der Cuticula und begleiten diese in Gestalt eines in der Hauptsache einschichtigen Ringes. Sie erreichen eine bedeutende Größe. Ihr Plasma ist vacuolär und wird von Chromidien durchsetzt. Die hellen Kerne bergen einen großen, dunklen Nucleolus. Die Bedeutung der Drüsenzellen liegt vielleicht in der Abscheidung von Blutflüssigkeit.

IV. Nervensystem.

Das Nervensystem der Rotatorien ist noch nicht bei gar vielen Formen näher bekannt, und besonders die Kenntnis seiner feineren Histologie liegt noch sehr im argen. Von wichtigen Arbeiten sind hier hauptsächlich die hervorragenden Untersuchungen Zelinkas (45, 46, 47) zu nennen, sowie die Beiträge, die Gast (16) und Hlava (23) geliefert haben.

Das Nervensystem zerfällt in ein centrales und ein peripheres. Zu letzterem rechne ich alles, was nicht ganz im Verbande des Gehirns sich befindet, wenn auch diese Einteilung in meinen Ausführungen nicht immer bis ins kleinste respektiert werden wird.

A. Centralnervensystem.

Das Centralnervensystem oder Gehirn von *Eosphora* ist sowohl am lebenden, wie am konservierten Objekt recht schwer nachzuweisen, und Beauchamp (3) ist der einzige, der seine Konturen ungefähr richtig erkannt hat. Das Gehirn liegt, wie bei allen Rotiferen, auf der Dorsalseite, dem Vorderende des Tieres stark genähert (Fig. 1 *Ce*) und überdacht einen Teil des Mastax (*ma*), von dem es aber normalerweise durch einen Zwischenraum getrennt ist. Von der Rückenseite betrachtet, hat es die Form eines quer verbreiterten, nach hinten sich etwas verjüngenden Vierecks, welcher Umriß sich auch aus den Frontalschnitten (Taf. XI, Fig. 8,1—8,4 *Ce*) ergibt. Zu diesen ist zu bemerken, daß sie nicht rein frontal durch das Ganglion geführt sind, weil dessen Längsausdehnung nicht mit der des ganzen Tieres zusammenfällt. Das Gehirn beschreibt vielmehr einen Bogen von vorn und ventral nach hinten und dorsal (Taf. XII, Fig. 10 *Ce*); der nicht ganz mediane Sagittalschnitt (Taf. XII, Fig. 13) läßt das sich nach vorn in einen Nerven fortsetzende Gehirn (*Ce*) in seiner ganzen Ausdehnung erkennen, seine birnförmige, hinten etwas zugespitzte Gestalt und seine vorn fast ebene ventrale Fläche, die sich dann in einem eleganten Bogen nach dorsal umschlägt. Das Ganglion hat durchschnittlich eine größte Länge von 35 μ, eine Breite von 66 μ und eine Höhe von 20 μ, also recht ansehnliche Dimensionen.

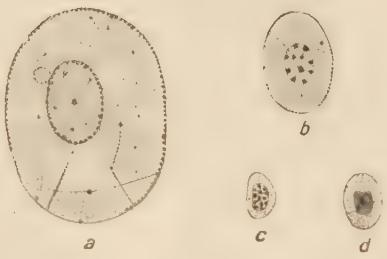
Das Centralnervensystem läßt eine periphere Rindenschicht und eine centrale Fasersubstanz unterscheiden. Wir wollen zunächst der ersteren unsre Aufmerksamkeit schenken.

1. **Rindenschicht**. Die Rindenschicht setzt sich aus verschiedenartigen Zellen zusammen, von denen wir vier Typen unterscheiden können (Textfig. 4).

Der erste Typus (a) gleicht in seiner Histologie so vollkommen den Kopfzellen, daß ich darauf nicht nochmals näher einzugehen brauche. Auch hier ist ein intracelluläres Balkenwerk, ein Chromidialapparat usw. zu konstatieren. Die Größe dieser Zellen (durchschnittlich etwa 9 μ) und ihre äußere Form ist erheblichen Schwankungen unterworfen.

Der zweite Typus (b) unterscheidet sich von dem vorhergehenden schon rein äußerlich durch seine bedeutend geringere Größe, die im Durchschnitt nur etwa 5 μ beträgt. Dabei dürfte der Kern relativ etwas größer sein als beim Typus a. Aber die Verschiedenheiten beschränken sich nicht nur auf solche Äußerlichkeiten. Der Kern ist

sehr hell, und die chemische Beschaffenheit seiner chromatischen Substanz differiert von der des vorigen Typus. Die Körner färben sich nämlich erheblich intensiver, wovon man sich beliebig oft überzeugen kann, und treten deshalb mehr hervor. Auch in ihrer Anordnung weichen sie ab. Die Chromatinkörnchen haben zwar hier ebenfalls eine große Neigung, sich der Kernwand anzuschmiegen, aber nur selten kommt es zur Bildung einer derart deutlichen chromatischen Randzone, wie sie in den Kopfzellen und den Kernen des ersten Typus auftreten kann. Die einzelnen Körnchen folgen vielmehr meist in einem gewissen Abstand aufeinander, so daß jedes gut für sich allein gesehen werden kann. Das Liningerüst ist nur recht schwach entwickelt. Wie der Kern, so ist auch das Plasma ganz hell und macht an und für sich einen homogenen Eindruck. Die Fäden, die es hauptsächlich in radialer Richtung durchziehen, entsprechen ganz bestimmt dem intracellulären Balkenwerk, nur daß es hier in feinerer Weise zur Ausbildung gelangt. In einigen Zellen war es nicht mehr mit Bestimmtheit nachzuweisen. Desgleichen erreicht der Chromidialapparat keine so starke Entwicklung wie in den größeren Zellen. Öfters sind die Chromidien nur auf die Zellwand beschränkt und können dort in verschiedener Masse und Dichtigkeit vorhanden sein.



Textfig. 4.
Schema der Gehirnzellen.

Der nächste Typus (c) zeichnet sich besonders durch seine noch geringere Größe (etwa 2—3 μ), durch einen sehr chromatinreichen und nicht mehr ganz hellen Kern aus. Sein Chromatin besitzt ungefähr dieselben färberischen Eigenschaften wie beim Typus b. Lininfäden sind nur schwer zu sehen. Das Plasma ist wieder ganz hell, jedoch öfters nicht aufzufinden. Dies hängt wohl unter anderm mit der nur spärlichen Ausbildung von Chromidien zusammen, die ja, soweit sie wandständig sind, die Schärfe einer Zellgrenze sehr zu erhöhen vermögen. Das Balkenwerk ist nur schwach entwickelt.

Der häufig unregelmäßige Kern des vierten und letzten Typus (d) ist infolge der Anreicherung von Chromatin und dessen hervorragender Färbbarkeit sehr dunkel und umschließt oft gar keine oder nur kleine hellere Stellen. Die Nucleinkörnchen liegen häufig so dicht, daß sie als fast homogene Masse imponieren können. Das helle und öfters

nicht nachweisbare Plasma ist arm an Chromidien und Balkenwerk. Die durchschnittliche Größe der Zellen beträgt etwa 3 μ.

Da das allen Gehirnzellen, wenn auch in verschieden mächtiger Ausbildung, zukommende intracelluläre Balkenwerk dem der Kopfzellen ganz gleich ist, so kann es keine specifisch nervöse Struktur darstellen, und nichts spricht gegen die Annahme, daß es auch hier eine Stützfunktion zu erfüllen hat. Das Gehirn wird nämlich bei der Kontraktion des Tieres einem manchmal recht beträchtlichen Druck ausgesetzt, und zwar wächst dieser mit dem Grade der Kontraktion. Die Wirkung einer schwachen Kontraktion auf das Ganglion zeigt Fig. 4,2 (Taf. X). Auf seiner Dorsalseite liegen vier Drüsenzellen (*Dz*), eingekeilt zwischen Cuticula und Gehirn (*Ce*), und haben, wo sie mit ihm zusammenstoßen, seichte, muldenartige Eindrücke hervorgerufen. Als ventraler Gegendruck wirken die lateralen Teile des Mastax (*ma*). Der vorhergehende Schnitt (Taf. X, Fig. 4,1) zeigt genau dasselbe, ohne daß aber der Kaumagen und alle Drüsenzellen berücksichtigt worden wären. Durch einen postvitalen Vorgang, gewissermaßen durch ein Einsinken, können diese Eindrücke schon deshalb nicht zustande gekommen sein, weil sie nur bei kontrahierten Tieren auftreten, bei denen also der Mastax stets der Ventralseite des Ganglions anliegt und auch dort Formveränderungen hervorrufen kann. Es wäre nun natürlich ganz verkehrt, zu sagen, das Balkenwerk sei kein Stützorgan, weil es ja Deformationen doch nicht verhindern könne. Denn wer will behaupten, daß bei Abwesenheit der Fäden die Druckwirkung nicht noch eine viel stärkere wäre! Keinesfalls stellen sie Neurofibrillen vor, wie sie z. B. Apáthy (1) beschreibt. Dagegen spricht der im wesentlichen radiäre Verlauf der Balken, die sich niemals in Gestalt einer oder mehrerer Primitivfibrillen auf die von den Ganglienzellen abgehenden centralen und peripheren Ausläufer fortsetzen. Ich bestreite nicht die mögliche Anwesenheit von Neurofibrillen, wenn ich auch bei den von mir geübten Methoden nichts davon wahrnehmen konnte.

Die Zellen der Rindenschicht sind, soweit nicht unpaar und dann median gelegen, symmetrisch verteilt. Das ist ja an und für sich nichts besonders auffallendes, und einige Autoren haben auch von der Symmetrie der Kernzahl und ihrer Lage — die zugehörigen Plasmakörper wurden auf Schnitten noch nie gesehen — im Rädertiergehirn Notiz genommen. Aber damit hat es hier ebensowenig sein Bewenden, wie bei den Kopfzellen. Die einzelnen Elemente der linken und rechten Ganglionhälfte entsprechen sich vielmehr

auch ganz genau in ihrer Form, Größe, in ihrem färberischen Verhalten und natürlich auch in ihren Fortsätzen. Schon Apáthy (1) hat auf ein derartiges Verhalten des Centralnervensystems (S. 531) und der meisten Ganglienzellen im Bauchstrang (S. 595) der Hirudineen hingewiesen. Ferner beschäftigte sich Goldschmidt (18; 19, S. 98) eingehend mit den fast minutiösen Übereinstimmungen im *Ascaris*-Nervensystem und spricht sogar von einer symmetrischen Ausbildung des Chromidialapparates. Es steht ganz fest, daß auch bei *Eosphora* die innere Beschaffenheit entsprechender Zellen in allen wesentlichen Zügen die gleiche ist und daß sie oft sogar in Einzelheiten der Struktur miteinander übereinstimmen. Ob aber diese Übereinstimmung so weit geht, daß sämtliche korrespondierenden Zellen z. B. dieselbe Anzahl gleich großer und -verteilter Chromatinkörnchen im Kern, Chromidien im Plasma besitzen, muß dahingestellt bleiben. Ganz unwahrscheinlich ist es nach dem, was ich gesehen habe, nicht. Bei der Prüfung der Zellsymmetrie ist mir aufgefallen, daß in ihrem Umriß übereinstimmende Zellleiber nicht immer ebensolche Kerne bergen und umgekehrt. Eine geringe Abweichung der Schnitte von der Symmetrieebene wird wohl bei den Kernen infolge ihrer geringeren Größe meist einen stärkeren Ausdruck finden, als bei der plasmatischen Umrahmung, und doch bin ich zu der Annahme geneigt, daß die Lage des Kernes im Plasma nicht stets absolut symmetrisch ist.

Die weiter oben geschilderten Arten von Gehirnzellen sind nicht immer so scharf voneinander geschieden, daß stets ohne weiteres über ihre Zugehörigkeit zu einem bestimmten Typus entschieden werden könnte. Es sind vielmehr zahlreiche Übergangsformen vorhanden, und besonders die Typen c und d sind oft schwer auseinander zu halten. Doch trotz der vermittelnden Stadien kann es keinem Zweifel unterliegen, daß den vier Typen verschiedene nervose Funktionen zukommen. Ich sage mit Absicht »nervöse« Funktionen, weil nirgends mit einiger Wahrscheinlichkeit nichtnervöse Elemente aufzufinden waren.

Bei der herrschenden Symmetrie ist es so gut als selbstverständlich, daß, abgesehen von den unpaaren, immer zwei Zellen dieselbe Funktion obliegt. Den großen Verschiedenheiten nach zu urteilen, müssen die Funktionen der vier Zelltypen, wenigstens soweit sie extrem ausgebildet sind, erheblich differieren. Aber auch innerhalb ein und desselben Typus kann man Unterschiede feststellen, die natürlich bedeutend feiner sein werden, aber immerhin noch beredt für eine besondere Funktion der betreffenden Zellen sprechen. Für solche Feststellungen eignen sich hauptsächlich Vertreter des Typus b, können aber

auch in allen andern gemacht werden. Es kommt eben ganz darauf an, was dem individuellen Auge des Beobachters als bemerkenswerte Abweichung auffällt. Ich werde diejenigen Zellen des Typus b, die nach meinem Empfinden isoliert dastehen, als »Centren« bezeichnen und verstehe also darunter Zellen, die sich hinsichtlich des Kernes oder Plasmas in ausgeprägter Weise von allen übrigen desselben Schnittes unterscheiden, einmal durch die Menge des Chromatins im Kern und dann besonders durch ihr Verhalten den Tinktionsmitteln gegenüber. Denn eine specifische Ganglienzellenfunktion wird auch einen verschiedenen Chemismus der Zellen voraussetzen, der in ihrer Reaktion auf Farbstoffe seinen sichtbaren Ausdruck findet. Jedes der Centren besteht aus zwei oder vier symmetrisch ausgebildeten Zellen. Die paarweise Differenzierung ist, wie schon gesagt, nicht nur auf den Typus b beschränkt, sondern so weit gediehen, daß es auf einem Schnitt nur wenige sich in ihrer Struktur gleichende Zellen gibt. Aber man müßte schon ein Künstler in der graphischen Darstellung sein, um all die Unterschiede einigermaßen instruktiv und doch naturgetreu wiedergeben zu können.

Wir wollen uns nun der näheren Betrachtung zuwenden und zuerst Fig. 8,3 (Taf. XI) ansehen. Das Gehirn (*Ce*) besteht hier zumeist aus Zellen des Typus a und b, und zwar wurden erstere mit dem Ton gedeckt, der sie hinsichtlich ihrer Färbung von den letzteren unterscheidet. In den hellen Zellen (Typus b) und auch in vier Zellen (Nr. 2 und 3) des Typus a wurden die Kerne ausgezeichnet, während die Histologie des Plasmas überall vernachlässigt wurde. Die paar kleinen hellen und lediglich im Umriß gezeichneten Kerne sind nur angeschnitten und gehören wahrscheinlich zum Typus b. Um allzu große Komplikationen zu vermeiden, wurden einige Zellgrenzen weggelassen oder nur zum Teil vermerkt. In der Mitte des Gehirns befindet sich die homogen gehaltene Fasersubstanz (*Fs*).

Die Trennung zwischen den größeren dunklen Zellen und den kleineren hellen ist hier fast allgemein recht scharf, und ein Blick auf die Figur läßt sofort die Art ihrer Verteilung erkennen. Die hellen Zellen liegen innen und begrenzen die Fasersubstanz, die dunklen mehr peripher; nur in der vorderen Medianlinie und dem mittleren Abschnitt der hinteren Gehirnregion vermißt man die dunklen Zellen. Diese Anordnung werden wir stets wieder treffen, wenn es auch vorkommen kann, daß eine oder die andre Zelle vom Typus b mehr peripher gelegen ist. Niemals jedoch bildet eine zweifellose Zelle vom Typus a die Scheide zwischen Rindenschicht und Fasersubstanz.

Das wirkliche Größenverhältnis zwischen den beiden letzteren ist dieser Figur nicht zu entnehmen, da der Schnitt im wesentlichen noch durch die Rindenschicht geführt ist. Der folgende (Fig. 8,4 *Ce*) zeigt andre Proportionen, aber erst bei Besprechung der Querschnitte wollen wir uns über die Schichtigkeit der zelligen Rinde orientieren.

Die Zellenzahl (Fig. 8,3) ist auf beiden Ganglionhälften fast dieselbe. Eine geringe Differenz wird nur dadurch hervorgerufen, daß die rechte hintere Ecke des Gehirns schlecht getroffen wurde und deshalb undeutlich ist.

Viele der Zellen zeigen eine sehr hübsche paarweise Symmetrie der Größe und Form, und wenn diese nicht überall eklatant ist, so darf es nur der nicht ganz glücklichen Schnittführung zugeschrieben werden. Wir wollen einige Zellen herausgreifen und sie auf ihre Symmetrie hin prüfen, wobei ich den Vergleich der Kerne und ihrer Struktur meist dem Leser überlasse. Jedes zu nennende Zellpaar ist mit derselben Zahl versehen.

Zuerst die Zellen vom Typus a. Ganz nahe der Medianebene liegen zwei sich völlig entsprechende Zellen (1) mit einer geraden vorderen Kante. Ihnen zur Seite befinden sich zwei ovale, schräg orientierte, 11 μ große Zellen (2), deren Kerne fast übereinstimmend gebaut sind. Das gleiche ist bei den beiden nächsten Zellen (3) der Fall. Sie überlagern die vorhergehenden etwas und harmonieren recht hübsch in ihrer Gestalt. Auch die Zellen Nr. 4 ähneln sich sehr in ihrer Form, was man von den folgenden (5) nicht mit derselben Berechtigung behaupten kann. Dagegen ist die Ähnlichkeit der nach außen zugespitzten und innen abgerundeten Zellen Nr. 6 wieder eine auffallende.

Von Zellen der andern Typen sind zunächst die beiden kleinen, an ihrer Außenfläche abgerundeten Kerne Nr. 7 anzuführen. Sie befinden sich dicht nebeneinander zu beiden Seiten der Mittellinie und begrenzen die Fasersubstanz. Ein Plasmahof war nicht nachzuweisen. In ihrer Form und Struktur gleichen sich die Kerne fast spiegelbildlich. Sie sind chromatinreich, nicht ganz hell und gehören zum Typus c, der aber, ebenso wie Typus d im Gehirn keine große Rolle spielt. Sie werden berührt von zwei schräg gerichteten, ovalen und hübsch symmetrischen Zellen (8). Diese, und alle folgenden, sind Vertreter des Typus b. Auch die an ihrem medianen Pole zugespitzten Zellen Nr. 9 zeigen eine sehr große Übereinstimmung in ihrer Form, die vielleicht bei den nächsten (10) noch ausgesprochener ist. Wenn auch die rechte der Zellen Nr. 11 etwas gedrungener erscheint, so entsprechen sie sich doch in unverkennbarer Weise. Besonders charakteristisch

ist ihre in die Fasersubstanz ein wenig vorspringende Spitze. Einen denkbar höchsten Grad von Symmetrie haben die Zellen Nr. 12 erreicht, die eine Länge von 6 μ besitzen. Man muß ihren etwas absonderlichen sechsseitigen Umriß und das gegenseitige Verhältnis der Kanten beachten, um die bestehende Übereinstimmung richtig würdigen zu können. Auch die Größe, Form, Lage und Struktur der Kerne ist fast genau ebenmäßig. Mit dem Grade der Übereinstimmung der nächsten Zellen (13) mag man ebenfalls zufrieden sein. Bemerkenswert ist die Abschüssigkeit der einen Fläche. Ein Vergleich der Zellen Nr. 14 fällt genau so positiv aus, wie bei dem letzten Paare (15).

Der vorhergehende Schnitt (Fig. 8,2 *Ce*) geht ganz durch die Rindenschicht und enthält fast nichts mehr von der Fasersubstanz. Verschiedene Zellgrenzen wurden teils freiwillig, teils notgedrungen ignoriert. Die Zellen sind links und rechts in gleicher Zahl vorhanden und zeigen neben manchem abweichenden auch hübsche Übereinstimmungen. Ich verweise nur auf die mit 1, 2, 3, 4, 5 und 6 bezeichneten Elemente. Besonders interessant durch ihre Ausdehnung und Fortsätze sind einige an den vorderen Ecken des Gehirns gelegene Zellen. Da ich, und wohl mit Recht, annehme, daß sich der Leser in dem Wust von Zellen nicht zurechtfinden kann, so füge ich von dieser Partie eine Separatzeichnung bei, in der mit einer Ausnahme jede Zelle anders koloriert ist (Fig. 8,2 *A*).

All diese Zellen gehören dem Typus a an. Am tiefsten liegt die spindelförmige braune Zelle (*a*), die das Gehirn kaum überragt. Sie ist nur auf der linken Seite sichtbar; ihr angeschnittener Kern wurde weggelassen. Bei etwas höherer Einstellung kommen die beiden blauen Zellen *b* zum Vorschein. Sie haben eine gestreckte Form und sind bipolar. Der eine Fortsatz ist centralwärts gerichtet, der andre zieht nach der Peripherie und verläßt den Verband des Ganglions. Die ganze Zelle mißt 28 μ. In gleicher Höhe befinden sich die gelben Zellen *c*. Rechts ist nur der Kern gezeichnet, weil die Plasmazone durch eine sie bedeckende Drüsenzelle (Fig. 8,2 *Dz*) undeutlich gemacht wird. Die linke birnförmige Zelle ist unipolar und überschreitet mit ihrem spitzen Ende die Gehirngrenze. Nun folgen die beiden größten und bipolaren grünen Zellen (*d*), deren Kerne mit denen zweier andrer Zellen zusammenfallen und deshalb ignoriert wurden. Sie sind von ungefähr sichelartiger Gestalt und ziehen sich nach innen in zwei lange kräftige Fortsätze aus. Nach außen verjüngt sich jede Zelle zu einer Spitze, und vornehmlich die rechte tritt deutlich aus dem Gehirn heraus. Bei einer Gesamtlänge von 32 μ erstrecken sie sich fast über das ganze

Centralorgan. Die linke kernlose und gelb gehaltene Zelle *e* ist wieder unipolar, ebenso die beiden schwarzen mit *f* bezeichneten, die nur wenig über das Gehirn hervorsehen. Am höchsten liegen die rot umrahmten Zellen *g*. Sie sind ganz in das Ganglion eingeschlossen und entsenden keine Fortsätze.

Im Anschluß an diese an den Vorderecken gelegenen Zellen sollen gleich noch zwei andre Erwähnung finden (Taf. XI, Fig. 9). Die Figur stellt einen 10 μ dicken Frontalschnitt durch das hintere Ende des Gehirns (*Ce*) vor, der einer andern Serie als der bisher geschilderten entnommen ist. Dieser Schnitt steht ungefähr in der Mitte zwischen den Figuren 8,2 und 8,3. Das Ganglion birgt an seinen hinteren Ecken zwei ansehnliche unipolare Zellen, von denen die linke, 33 μ große, einen längeren Fortsatz nach hinten und lateral entläßt. Die beiden Linien, von denen die Zellen quer durchzogen werden, repräsentieren die Gehirngrenze bei etwas höherer Einstellung.

Wir haben also jetzt Zellen von manchmal exorbitanter Größe kennen gelernt, die teils unipolar sind, teils bipolar und dann auch nach innen einen Ausläufer schicken. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß dieser Fortsatz sich der Fasersubstanz zuwendet, und in der Tat lassen sich die Zellen *d* (Fig. 8,2 *A*) bis an Elemente der Fasersubstanz (*Fs*) verfolgen, aber niemals konnte eine Verschmelzung zwischen diesen und Zellfortsätzen beobachtet werden. Mehr als bipolare Ganglienzellen sind mir nicht begegnet.

In der Querschnittserie 3 treffen wir die ersten sicheren Spuren des Gehirns (*Ce*) auf Fig. 3,4 (Taf. IX). Sie bestehen aus einer im wesentlichen einschichtigen Reihe von streng symmetrisch verteilten Kernen, die dem Typus b am nächsten stehen. Ventralwärts geht ein kräftiger, in der Mitte eingeschnürter, faseriger Stiel ab, der mit einigen Kernen besetzt ist. Ob auch die fünf größeren, etwas höher liegenden Zellen (*Z*) nervös sind, muß ich, wie schon einmal gesagt, dahingestellt sein lassen.

Das nächste Bild (Fig. 3,5) läßt schon bedeutend mehr Gehirnsubstanz (*Ce*) erkennen, wenn auch das Ganglion noch nicht überall scharf umschrieben ist. Daher kommt es, daß die Zugehörigkeit der seitlichen Zellen *Z* zum Gehirn fraglich geblieben ist. Im übrigen sind die nervösen Elemente fast ausnahmslos symmetrisch angeordnet, und schon hier können wir unsre vier Zelltypen unterscheiden (Zelle *a*, *b*, *c* und *d*). In der dorsalen Medianlinie liegt ein unpaarer Kern. Unter ihm befinden sich vier innig miteinander verbundene Zellen (C_1), zwei größere und zwei kleinere, die zusammen ein »Centrum« darstellen.

Ihr Plasma ist eigentümlich getönt und homogen, die Chromatinkörner in den nicht ganz hellen Kernen sind groß und sehr dunkel. Am besten werden diese Zellen zum Typus b gerechnet. Von Interesse sind vier größere, in einer Linie gelegene Zellen (1). Ihr Plasma erscheint ausgesprochen vacuolär, und doch sind sie nicht drüsig, weil diese Plasmastruktur nicht konstant ist und weil bei *Eosphora* alle secernierenden Zellen stets einen Nucleolus bergen. Einen gewissen Gegensatz hierzu bildet z. B. die Zelle Nr. 2. Es gehört immerhin schon fast zu den Seltenheiten, daß Gehirnzellen mit einem so deutlichen Kernkörper ausgestattet sind. In Zelle 3 befindet sich neben dem Nucleus ein großes vacuolenähnliches Gebilde, dessen Peripherie chromidiale Elemente besetzen. Es entspricht genau den in den Kopfzellen vorkommenden Bildungen.

Auf Fig. 3,6 (Taf. X) nun ist das Gehirn (*Ce*) ringsum wohl begrenzt. Es stellt einen dorsal konvexen, ventral fast geraden Komplex mit einer kleinen Vertiefung in der Rückenmittellinie dar. Das Ganglion wird in seiner ganzen Ausdehnung von einer feinen, strukturlosen Membran umgeben, die immer, und besonders gut auf Querschnitten, nachweisbar ist. Auch Daday (10) sah bei *Pedalion* — ich zitiere nach Levander (28, S. 24) — ein zartes Gehirnhäutchen, hat jedoch mit seiner Angabe, wohl zu Unrecht, keinen Glauben gefunden.

Um das fein-histologische Original nicht durch zahlreiche Bezeichnungen zu verunstalten, wurden vom Gehirn dieses und des folgenden Schnittes (Taf. X, Fig. 3,7) besondere Konturzeichnungen (Fig. 3,6*A* und 3,7*A*) gegeben. Auf jeder von diesen sind je zwei sich entsprechende Zellen mit derselben Zahl versehen. Die Centren wurden durch Schraffur besonders hervorgehoben.

Die Rindenschicht (Fig. 3, 6), die einen großen Teil der ventralen Gehirnpartie ganz frei läßt, besteht dorsal aus zwei Schichten, verbreitert sich seitlich und ventralwärts und setzt sich dort aus drei Zelllagen zusammen. Von diesen umfaßt nur die innere Lage Zellen des Typus b, die mehr oder weniger unregelmäßig gegen die Faserschicht (Fig. 3,6*A Fs*) vorspringen. Eine Zelle (1) dieser Klasse liegt unpaar in der dorsalen Medianlinie. Ihre Plasmagrenze ist allerdings nicht zu konstatieren, denn das den Kern umgebende helle, kreisrunde Gebilde (*ArS*) fällt in eine andre Ebene und hat nichts mit ihm zu schaffen. Auch der zu den Kernen Nr. 10 und 18 gehörende plasmatische Leib war nicht aufzufinden. Sie sind Vertreter des Typus c, die stets nur entweder dorsal, und dann links und rechts von der Medianlinie, liegen

oder ventral der Gehirnmembran unmittelbar ansitzen. Sie stehen immer in direkter Berührung mit der Faserschicht.

Die Form der Zellen ist so mannigfaltig, daß es wohl am besten ist, einfach auf die Zeichnung zu verweisen, und auch der Text betreffs der Struktur kann nach dem schon Gesagten kurz ausfallen. Überall sehen wir das Balkenwerk; daß es im allgemeinen in den inneren kleineren Zellen bedeutend schwächer entwickelt ist, als in den äußeren, hängt wahrscheinlich mit der herrschenden Verteilung der Zellen zusammen. Denn der Druck, den das Gehirn bei Kontraktion des Tieres erleidet und dessen Zustandekommen schon behandelt worden ist, muß zweifellos hauptsächlich von den peripheren Zellen ausgehalten werden. Nur die dorsale Mittellinie des Ganglions, in der ein Kanal (*ArS*) verläuft, entbehrt schützender Zellen, die auch ganz überflüssig sein würden, weil oberhalb dieser mittleren Region die den Druck unmittelbar ausübenden Drüsenzellen (*Dz*) stets fehlen (z. B. Fig. 4,2, Taf. X).

Chromidien sind, besonders in den Zellen des Typus a, meist reichlich vorhanden und häufig über eine größere Strecke und in dichter Folge peripher angeordnet. Das kommt dann der Schärfe der Zellgrenzen sehr zustatten. Die beiden Zellen Nr. 6 enthalten je eines der schon mehrmals genannten vacuolenähnlichen Gebilde, und zwar in symmetrischer Ausbildung. Sie sind, natürlich abgesehen von den Kopfzellen, auf die Zellen des Typus a beschränkt, ebenso wie die mehr kernartigen kleinen Komplexe, die, in Größe und Lage fast spiegelbildlich gleich, den Kernen in den Zellen 3 und 6 sich eng anschmiegen. Ich möchte glauben, daß es sich hier tatsächlich um abgeschnürte Kernstücke handelt. Der Zustand des Kernes vor ihrer Entstehung wird wohl dem der rechten Zelle 9 von Fig. 4,2 ähnlich gewesen sein. Dieser Kern trägt einen, ich möchte fast sagen, schornsteinartigen Aufsatz, der aber kontinuierlich in die Hauptmasse des Nucleus übergeht. Bildet sich nun an der Basis dieser Erhebung eine Demarkationslinie, so resultieren Stadien, wie wir sie vorher gesehen haben. Ob so ein Fortsatz seine Entstehung einer aktiven Bewegung des Kernes verdankt, oder ob er infolge Abschnürung der angrenzenden oberflächlichen Kernpartien wie eine Landzunge übrig geblieben ist, ist ja zunächst gleichgültig. Ich für meine Person neige der ersteren Auffassung zu, weil ich nie Kernfragmente sah, die das Niveau des Nucleus nicht überragt hätten. Vielleicht hat der Kern der Kopfzelle kz_1 (Fig. 3,6, Taf. X) sich eben angeschickt, einen Fortsatz auszutreiben.

Wie bei den Kopfzellen, so kann man bei allen Arten von Gehirnzellen

gelegentlich auch einzelne Chromatinkörnchen beobachten, die im Begriffe zu sein scheinen, den Kern zu verlassen. Der Kern der Zelle 2 von Fig. 3,5 (Taf. IX), enthält an seiner Peripherie drei Körnchen, von denen das dorsale auf der Kernplasmagrenze liegt, während die beiden andern die Passage durch die Wand wohl schon bestanden haben.

Wir kehren nun zur Fig. 3,6 zurück und wenden uns der Besprechung der Centren zu. Davon sind im ganzen drei vorhanden. Das erste (C_2; die Centren werden durchnumeriert) besteht aus zwei Zellen, die sich nicht ohne weiteres dem Typus b einreihen lassen. Ihr sehr heller Kern umschließt nur wenige, kleine, nicht stark hervortretende Chromatinkörnchen und wird von einem lichten Plasmahof, der nichts Besonderes an sich hat, umgeben. Dieses Centrum ist vielleicht am leichtesten von allen übrigen auf andern Serien immer wieder in gleicher Ausbildung nachzuweisen. Als weiteres Centrum lasse ich die beiden Zellen C_3 fungieren, die ihrer tieferen Lage wegen nur durch einen roten Strich (Fig. 3,6 *A*) markiert sind. Die betreffende Zelle der linken Seite wird durch Fig. 3,6 *B* veranschaulicht. Bei dieser Einstellung wird Zelle C_3 umrahmt von den Zellen 3, 5, 14 und C_4. Was sie charakterisiert, ist ihr, wenigstens im dorsalen Teil, geradezu leuchtend helles und nicht genau wiederzugebendes Plasma. Ich habe es dort ganz homogen, d. h. ohne Balkenwerk, eingetragen, weil nur einige ganz feine Fäden vorhanden sind. Das dritte Centrum (Fig. 3,6 C_4) zeichnet sich aus durch einen sehr hellen Kern mit spärlicher, aber hervorragend stark tingierbarer Nucleinsubstanz. Das Plasma ist hell.

Jede Ganglionhälfte umfaßt einschließlich der Zellen C_3 20 Zellen. Hierzu kommt noch der unpaare mediane Kern Nr. 1, so daß also im ganzen 41 Zellen vorhanden sind. Dank der nicht einwandfreien Schnittführung ist die Symmetrie ihrer Form und Größe nicht so schön ausgeprägt, wie ich sie schon auf andern Serien beobachtet habe. Auch ist die rechte Gehirnhälfte etwas größer als die linke. Als hübsche Beispiele für ebenmäßige Entwicklung möchte ich die Zellen Nr. 3, 4, 6 und 14 nennen.

Nur selten schließen die einzelnen Elemente lückenlos aneinander, sondern sie lassen meist kleine Räume zwischen sich frei. Diese werden durch eine helle Grundsubstanz ausgefüllt, für deren Bildung ich aber keine bestimmten Zellen verantwortlich machen kann. In ihr sieht man häufig feinste Fäden verlaufen, die eine Verbindung unter den Zellen herzustellen scheinen. Auf der rechten Seite z. B. zieht ein Faden von Zelle 5 zu 6, und ein andrer von 6 zu 14, so daß ein Kreuz entsteht.

Nun noch einige Maße. Die Zellen 6 haben eine größte Ausdehnung von 9 μ, 14 von 11 μ, 15 von 4 μ und die Zellen 17 von 6 μ.

Die Ausdehnung und Form des Gehirns auf dem nächsten Schnitt (Taf. X, Fig. 3,7) ist fast dieselbe wie vorher. Es ist etwas höher, und seine ventrale mittlere Partie beschreibt eine Konkavität. Die Zweischichtigkeit der Rinde ist beinahe streng durchgeführt. Auch hier können wir uns wieder davon überzeugen, daß außen im wesentlichen nur Zellen des Typus a liegen, während die innere Schicht ausschließlich von Zellen des Typus b und c aufgebaut wird. Zu diesem letzteren gehören die zwei kleinen dorsalen Zellen Nr. 23 (Bezeichnungen s. Fig. 3,7*A*), die ihnen gegenüberliegenden (15) und die beiden mehr lateral gelegenen Kerne Nr. 14. Über das Plasma zerstreute Chromidien sind nur recht spärlich vorhanden, und besonders die inneren Zellen sind fast ganz davon entblößt. Dagegen treten uns wandständig angeordnete Körnchen wieder in ziemlich reichlicher Menge entgegen.

Das Gehirn dieses Schnittes setzt sich aus 48 Zellen, je 24 links und rechts von der Medianebene, zusammen, von denen sich einige in Form und Größe gut entsprechen, so z. B. die Zellen C_2. Sie stellen zweifellos die Fortsetzung der gleich bezeichneten Elemente von Fig. 3,6 (Taf. X) dar. Die dort für dieses Centrum angeführten Charakteristika sind auch hier unschwer nachzuweisen: Sehr heller Kern, relativ wenig und nicht stark tingierbare chromatische Substanz. Im übrigen will ich es mir versagen, bei andern als für Centren in Anspruch genommenen Zellen die Frage zu diskutieren, ob sie schon von dem vorhergehenden Schnitt getroffen werden, weil ich über ihre Identität nicht immer sicher entscheiden konnte. Ein neues Centrum lernen wir in den symmetrischen Zellen C_5 kennen. Von seiner Schraffur wurde wegen der in diesem Falle damit verbundenen Unklarheiten Abstand genommen. Die zwei Zellen liegen tiefer, können also mit C_4 von Fig. 3,6 nicht identisch sein, obwohl beider Charakter in nicht übler Weise übereinstimmt. Denn auch hier umschließen die hellen Kerne Chromatinkörnchen von exquisiter Affinität zu den Farbstoffen. Die einzelnen Granula sind meist besonders groß, während das Plasma nichts Typisches zeigt.

Recht bezeichnend für die paarweise Übereinstimmung der Form sind die Zellen Nr. 1 mit ihren drei scharfen Ecken. Sie werden teilweise unterlagert von zwei halbkreisförmigen Zellen (2), deren Kerne nicht eingetragen wurden. Es folgt jederseits eine kleinere, die Oberfläche nicht ganz erreichende unipolare Zelle (3). Sie endigt centralwärts mit einer feinen Spitze und gehört zum Typus b. Die dreikantige Gestalt der Zellen Nr. 4 wird von den Kernen, die durch einen starken

chromatischen Wandbelag ausgezeichnet sind, bis zu einem gewissen Grade repetiert. Um dem wirklichen Verhalten möglichst nahe zu kommen, hätte ich die einzelnen Körnchen noch etwas gedrängter zeichnen müssen, aber der Klarheit wegen ist dies, wie öfters, unterblieben. Lateral von diesen Zellen liegt je eine ovale und schräg orientierte (5).

Bis jetzt waren sowohl Form als Lagebeziehungen entsprechender Zellen ziemlich die gleichen. Nun kommen einige Abweichungen. Während die rot umrandete Zelle Nr. 6 der rechten Seite nur teilweise von der folgenden (7) bedeckt wird, liegen sie links völlig übereinander. Ich habe dort von der ovalen Zelle 7 nur den centralen und peripheren Abschnitt, der die Zelle 6 überragt, eingetragen, um letztere möglichst scharf hervortreten zu lassen. Sie darf deshalb einiges Interesse beanspruchen, weil sie zweifellos den Eindruck einer Drüsenzelle, allerdings ohne ganz typischen Kern, macht. Wenn ich nun auch dieser Zelle, ebenso wie denen Nr. 1 von Fig. 3,5 (Taf. IX), einen secretorischen Charakter abspreche, so geschieht es wegen der Nichtkonstanz ihrer Struktur und in Berücksichtigung der anders gearteten rechten Zelle. Ich bin überzeugt, daß die scheinbar vacuoläre Beschaffenheit des Plasmas hier lediglich durch eine mächtige Entwicklung und ausschließlich radiäre Anordnung des zum Teil mit Chromidien besetzten Balkenwerks vorgetäuscht wird. Die kernlosen Zellen 8 und 10 der linken Seite sind deutlich unipolar, lassen jedoch ebensowenig einen nach central gerichteten Fortsatz erkennen, wie irgend eine andre Gehirnzelle auf meinen Querschnitten. Die Plasmaleiber für die Kerne 11 und 12 wurden notgedrungen, für die Kerne 17 absichtlich vernachlässigt. Welchem Typus sie angehören, ist ungewiß.

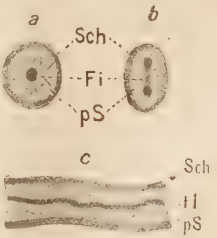
Mit dem nächsten Schnitt (Fig. 3,8) nähern wir uns dem Hinterende des Ganglions, und deshalb nehmen die zelligen Elemente auf Kosten der Fasersubstanz überhand. Wir vermissen hier den eleganten, gleichmäßigen Bogen, der vorher das Cerebrum dorsal und seitlich begrenzte. Es besitzt vielmehr dorsolateral einen ganz deutlichen Knick, hervorgerufen durch eine plötzliche Verbreiterung der Rindenschicht. Ich glaubte mich der Mühe entheben zu können, alle Zellen mit histologischen Details zu versehen. Es müßte nur uns schon Bekanntes wiederholt werden, und so wurden lediglich jene Elemente eingehend berücksichtigt, die etwas Besonderes zeigen, oder deren genauere Wiedergabe das Verständnis für die Figur erleichtern.

Die Symmetrie der Zahl und Lage der Zellen ist an der Peripherie infolge der nicht ganz queren Schnittrichtung etwas gestört, aber in

Wirklichkeit in tadelloser Weise vorhanden. Ein sechstes und letztes Centrum wird durch die Zellen C_6 repräsentiert. Sie sind ausgezeichnet durch ihr leuchtend helles Plasma, das in hohem Maße dem der Zellen C_3 von Fig. 3,6 (Taf. X) ähnelt, nur daß jetzt das Balkenwerk deutlicher ausgeprägt ist. Den Kernen haftet, wie sich aus einem Vergleich mit den beiden ventral gelegenen ergibt, nichts Charakteristisches an. Vor allen andern fallen am meisten fünf kleine, durch ihren reichen Gehalt an stark färbbarem Chromatin sehr dunkel erscheinende Kerne in die Augen. Sie haben eine beträchtliche Neigung zu eckiger oder unregelmäßiger Ausbildung ihrer äußeren Form und sind Vertreter des Typus d. Vier von ihnen sind zu einem, die Mitte des Gehirns einnehmenden Rechteck angeordnet und stoßen mit ihrer Plasmazone an die Fasersubstanz. Die rechte dorsale Zelle hat eine für diesen Typus außerordentliche Größe, nämlich von annähernd 5 μ, doch kann ich nicht für die Richtigkeit der wiedergegebenen und auf dem Präparat verschwommenen Zellgrenze garantieren. Die beiden unteren Zellen messen, wie gewöhnlich, nur 3 μ.

Aber auch die fünfte dieser dunklen Zellen, bzw. ihr Kern, ist nicht unpaar, sondern wir treffen sein Pendant auf dem folgenden Schnitt (Fig. 3,9), zusammen mit noch zwei andern derartigen Zellen. Es ist der letzte Gehirnschnitt. Er besteht nur aus zelligen Elementen. Die sohlenartige Verbreiterung des vorigen Schnittes (Fig. 3,8) ist auch hier noch angedeutet, doch liegen die betreffenden Zellen (*Gz*) nicht mehr im Verbande des Gehirns selbst, sie sind vielmehr schon zum peripheren Nervensystem zu zählen.

2. **Fasersubstanz.** Auf die alte Leydigsche Bezeichnung »Punktsubstanz« wurde verzichtet, weil sie das Wesen der hier abzuhandelnden Bildung noch weniger treffen würde, als der Ausdruck »Fasersubstanz«. Die einzelnen die Substanz zusammensetzenden Elemente sind vielleicht am besten mit Röhren zu vergleichen, die einen Durchmesser von 1—7 μ besitzen.



Textfig. 5.
Schema der Fasersubstanzelemente.

Wir wollen uns nun an Hand stark vergrößerter Zeichnungen über den Bau der »Röhren« instruieren und wählen zunächst einen Querschnitt (Textfig. 5 *a*). Dieser kann kreisrund sein. Er wird eingesäumt von einer verschieden dicken, aber nie sehr mächtigen Zone eines sich mit Orange G gelbbraun tingierenden Gewebes (*Sch*). Diese Scheide erscheint

meist homogen, kann aber auch ein dichtes, feinfaseriges Gefüge zur Schau tragen. Sie umschließt eine hellgelbe, an und für sich homogene Substanz, die sogenannte perifibrilläre Substanz (*pS*). In dieser perifibrillären Substanz liegt entweder central oder mehr wandständig der unterschiedlich große Querschnitt einer axialen Fibrille (*Fi*), die sich gelbbraun färbt, und zwar energischer als die Scheide. Zwischen letzterer und der Fibrille existieren Verbindungen in Form feiner, gerader oder gebogener Fäden, die natürlich auch quer oder schräg getroffen werden und dann als Punkte bzw. Striche auftreten. Die Fäden sehen fast so aus, als ob sie die Fibrille fixieren wollten. Diese hat meist die Eigentümlichkeit zu wandern, d. h. bei verschiedener Einstellung ihren Platz zu wechseln. Das ist ein untrügliches Merkmal dafür, daß die centralen Fibrillen nicht in einer Geraden verlaufen, sondern in Wellenlinien, was man besonders hübsch längsgeschnittenen Röhren (*c*) entnehmen kann. Der mehr oder weniger gewundene Verlauf läßt mancherlei Erscheinungsformen der Fibrillen auf Querschnitten zu. So können sie als Komma imponieren, als Strich, oder als Hantel (*b*), wenn zwei Biegungsstellen stärker getroffen wurden als die zwischenliegende Partie; wenn diese letztere überhaupt nicht mehr in die Schnittebene fällt, so wird man zwei isolierte, in ihrer Form beim Heben und Senken des Tubus nicht konstante, Punkte erhalten. Solche Doppelpunkte, strich- und hantelförmige Bilder treten meist in ovalen Fasern auf, deren Gestalt wohl auf einen Schrägschnitt der betreffenden Röhren hindeutet. Es gibt aber auch Fasern, die in Wirklichkeit mit zwei axialen Fibrillen ausgestattet sind. Die Fasersubstanz des Gehirns ist an ihrer Ventralseite teils ganz, teils fast ganz von Zellen entblößt und stößt dort unmittelbar an das Gehirnhäutchen.

Nachdem wir uns von der Symmetrie der Rindenschicht überzeugt haben, wird es nicht allzu sehr überraschen, zu hören, daß auch in der Fasersubstanz hinsichtlich der Zahl, Größe, Form und Lage ihrer Elemente eine vollkommene Ebenmäßigkeit waltet. Hieran möchte ich eine kleine Betrachtung knüpfen.

Denkt man sich in zwei aneinander stoßende, spiegelbildlich gleiche Felder, deren Peripherie in einzelne Abschnitte eingeteilt ist, zahlreiche, ungefähr gleich große und sich berührende Kreise so eingezeichnet, daß sie die ganze Fläche bedecken und daß immer zwei in beiden Feldern in Größe und Lage übereinstimmen, so wird man doch von der überwiegenden Mehrzahl der Kreise nicht ohne weiteres angeben können, welche sich in den Hälften entsprechen. Anderseits

wird unter einer Anzahl ganz willkürlich hingeworfener Kreise das an Symmetrie gewöhnte Auge nach sich entsprechenden Bildungen suchen und wahrscheinlich auch einige finden. Die Sicherheit der Entscheidung wächst, je mehr man sich der Medianlinie oder der Peripherie nähert, weil hier feststehende Linien gegeben sind, die man als Ausgangspunkt zum Vergleich gebrauchen kann. Bedeutend einfacher gestaltet sich natürlich die Untersuchung bei Vorhandensein einiger Gebilde, die infolge ihrer Form oder Größe eine isolierte Stellung einnehmen. Es wird dann ein leichtes sein, sie auf ihre Symmetrie hin zu prüfen, besonders wenn sie sich in der Gegend der Medianebene oder Peripherie befinden.

Diesem Schema ganz ähnliche Verhältnisse trifft man, wie wir gleich sehen werden, auch bei der Fasersubstanz an, und die kurze Erörterung möchte die Unmöglichkeit vor Augen führen, überall in der Faserschicht eine Symmetrie exakt zu beweisen. Es ist dies hier um so schwieriger, als zwei in Wirklichkeit sich völlig entsprechende Röhren der nicht ganz glücklichen Schnittführung wegen keine vollkommene Übereinstimmung zu zeigen brauchen. Aber da in einer nicht kleinen Anzahl von prägnanten Fällen der Nachweis einer ebenmäßigen Anordnung einwandfrei gelungen ist, so wäre es, ich möchte fast sagen, absurd, an einer durchgreifenden und völligen bilateral-symmetrischen Verteilung der einzelnen, die Fasersubstanz zusammensetzenden Elemente, soweit sie nicht unpaar sind und dann in der Mediane liegen, zu zweifeln.

Die Röhren (Taf. X, Fig. 3,6 *Fs*) sind, wie gesagt, von sehr unterschiedlicher Größe und auch Form, wobei jedoch runde und ovale Querschnitte vorherrschen. Sie liegen dicht nebeneinander und werden durch eine braungelbe Zone, die Scheide, abgegrenzt. Es macht nun nicht den Eindruck, als ob diese Scheide etwa ein Gliagewebe wäre, das sich zwischen allen Fasern hindurchschlängelte und sie umstrickte. Es sieht vielmehr so aus, als ob jede Scheide ein geschlossenes und einheitliches Ganzes bilden würde. Der Unterschied zwischen diesen beiden Möglichkeiten besteht also darin, daß man nach der einen Auffassung in der Fasersubstanz zweierlei Elemente unterscheiden muß, einmal die nur aus Fibrillen und perifibrillärer Substanz bestehenden Röhren, und ferner ein sie umgebendes Gliagewebe. Nach der andern Auffassung ist überhaupt kein gliöses Substrat vorhanden, sondern die Scheide gehört der Faser selbst an und mag vielleicht durch Differenzierung der Perifibrillärsubstanz entstanden sein. Gliazellen waren nicht aufzufinden.

In dieser Figur wurden nur die Röhren mit Inhalt versehen, die sich mit hervorragender Deutlichkeit als symmetrisch ausweisen. Das tun besonders hübsch die Fasern links und rechts von der Mittellinie. Letztere wird markiert durch die dorsalen Kerne Nr. 18 und durch die beiden der Ventralseite des Gehirns von außen ansitzenden Zellen Gz_3. Unterhalb der Kerne 18 liegen zwei 4 μ große, ovale Fasern, die dachartig zusammenstoßen und deren Fibrillen die Gestalt einer Hantel besitzen. Auf sie folgt in der Richtung nach ventral ein etwas kleineres, aber ähnlich orientiertes Paar. Der viereckige Raum, den diese vier Querschnitte begrenzen, wird ausgefüllt von einer ganz kleinen und unpaaren Faser. Desgleichen fassen das zweite und dritte Paar einen unscheinbaren Röhrenquerschnitt zwischen sich. Das vierte Paar bildet eine V-förmige Figur, und zwischen diesem und dem fünften liegt symmetrisch links und rechts je eine ovale Faser. Der ventrale Abschluß der Mittellinie wird durch einen länglichen, unpaaren Querschnitt besorgt. Jederseits von ihm befindet sich eine sehr umfangreiche Röhre, die von ihrer längsgetroffenen Fibrille in ziemlich steiler Richtung durchsetzt wird und 6 μ mißt. An der Innenseite der Kerne Nr. 10 liegen noch zwei gleichgeformte Fasern.

Auch die Symmetrie der lateralen und dorsalen Peripherie der Fasersubstanz kann durch einige instruktive Beispiele belegt werden. So steht beiderseits mit den Zellen Nr. 11 und 15 ein doppelspitziger Querschnitt in Berührung, der mit einer ungefähr birnförmig umrissenen Faser (zwischen den Zellen C_4 und 16) verbunden ist. Zwischen den Zellen C_4 und 17 befindet sich ein ovaler Querschnitt mit einer ziemlich dicken kommaartigen Fibrille.

Diese Stichproben hätten noch bedeutend vermehrt werden können. Wir wollen jedoch lieber hier abbrechen und mit einigen Worten den nächsten Schnitt berücksichtigen (Taf. X, Fig. 3,7). Die Fasersubstanz erreicht hier eine große Ausdehnung, und es wird wohl jeder bei Betrachtung des Bildes die Unmöglichkeit einsehen, überall eine Symmetrie beweisen zu wollen. Ich kann nicht einmal angeben, ob die Zahl der eingezeichneten Querschnitte ganz identisch ist mit der in dem Präparat. Der Mangel an großen Röhren, die das Auge wieder ausruhen lassen, macht sich sehr störend bemerkbar, doch läßt sich ein Vergleich der linken und rechten Hälfte an der Ventralseite und in der Gegend der Medianlinie immerhin noch ganz gut durchführen, ein Vergleich, der positiv ausfällt. Ich will mich mit der Angabe begnügen, daß in der Mittellinie, die durch die Zellen 23 und 15 gekennzeichnet wird, fünf unpaare und fünf paarige Querschnitte

übereinander liegen, und daß zwischen den Zellen 14 und 15 jederseits vier Röhren sich befinden.

Die Fasersubstanz von Fig. 3,8 läßt in ihrer mittleren Partie auf den ersten Blick verschiedene Übereinstimmungen erkennen. Die zwei größten Fasern (zwischen den beiden unteren dunklen Zellen vom Typus d) schließen eng aneinander und bilden zusammen einen Kreis mit einem Durchmesser von 4 μ. Jede Fibrille hat die Gestalt einer Hantel. Daß die lateralen Elemente sich nicht entsprechen, darf uns bei der Asymmetrie des ganzen Schnittes nicht weiter wundernehmen. Der Vollständigkeit halber soll auch noch auf den vordersten Schnitt, der Fasersubstanz erkennen läßt (Taf. IX, Fig. 3,5 *Fs*), hingewiesen sein.

Wir haben bis jetzt noch keine Gelegenheit gehabt, eine Röhre über eine größere Strecke zu verfolgen. Das gestattet uns nun Fig. 8,4 (Taf. XI). Die Rindenschicht des Gehirns (*Ce*) wurde auf diesem Frontalschnitt dunkel gehalten, die Fasersubstanz (*Fs*) hell. Ganz vorn in dieser, direkt an die Rindenschicht anschließend, liegt eine Röhre, die eine Verbindung zwischen der rechten und linken Ganglionhälfte herstellt. Der mittlere Teil dieser Commissur verläuft ganz horizontal, dann fällt sie beiderseits etwas nach hinten ab, legt sich an die Zellen Nr. 1 an und endigt mit einer Spitze an den Zellen Nr. 2, ohne aber etwa aus diesen zu entspringen. Die Faser, die in natura noch länger zu sein scheint, ist in ihrer mittleren Partie 2, in ihren seitlichen Abschnitten 3 μ dick. Ihre laterale Ausdehnung beträgt, die Wölbung nicht mitgerechnet, 33 μ. Mit aller wünschenswerten Klarheit kann man eine wellige axiale Fibrille, die sie umhüllende perifibrilläre Substanz mit den Fäserchen und die Scheide erkennen.

Noch etwas Interessantes bietet diese Figur, nämlich zwei umfangreiche Röhrenquerschnitte an der hinteren Grenze der Fasersubstanz. In ihrer Lage sind sie ganz symmetrisch, wenn auch ihre äußere Form nicht besonders gut übereinstimmt. Die Fasern stellen die größten mir zu Gesicht gekommenen dar (sie haben einen Durchmesser von 7 μ) und bergen nicht eine, sondern zwei ziemlich starke Fibrillen, die bei keiner Einstellung ihre Punktform verlieren. Die Scheide ist relativ sehr dünn.

Ein schwieriger Punkt ist die Frage nach dem Zusammenhang der Elemente der Fasersubstanz mit den Ganglienzellen. Daß ein solcher Zusammenhang vorhanden sein muß, liegt klar auf der Hand, wie er aber hier im Rädertiergehirn hergestellt wird, ließ sich nicht erweisen.

Auffallend ist der starke histologische Gegensatz zwischen den echten Ganglienzellfortsätzen (z. B. Fig. 8,2*A*, Taf. XI), sowohl den centrifugalen wie auch denen, die die Richtung nach der Fasersubstanz einschlagen, und den zum Teil kolossalen Fasersubstanzröhren. Während jene nackt sind und höchstens eine feine parallele Streifung erkennen lassen, besitzen diese eine, selten zwei verhältnismäßig dünne axiale Fibrillen, umgeben von einer relativ sehr dicken Hülle, die aus der perifibrillären Substanz und einer oberflächlichen Scheide besteht.

Zwischen Fasersubstanz und Rindenschicht ließ sich niemals eine Kontinuität, die aber, wie gesagt, ein theoretisches Erfordernis ist, beobachten. Wo ein centripetaler Nerv aufhörte, fing unvermittelt die Faserschicht an. Wenn auch zugegeben werden muß, daß im allgemeinen Macerations-, Methylenblau- und Golgi-Präparate zur Konstatierung derartiger Verbindungen geeigneter sind als die von mir geübten Methoden, so ist es mir doch zunächst unverständlich, daß ich bei meinen mehrjährigen Untersuchungen und den zahllosen Schnitten, die mit der peinlichsten Sorgfalt auf diesen Punkt geprüft wurden, nicht hin und wieder einmal einem Bilde begegnet bin, das einen solchen Zusammenhang gezeigt hätte.

Ich halte es nicht für überflüssig, noch besonders zu betonen, daß es sich bei der vorangehenden Schilderung der Fasersubstanz keinesfalls um Kunstprodukte handeln kann. Die erhaltenen Bilder beruhen nicht auf der Anwendung einer einzigen Methode, sondern sie wurden bei der verschiedensten Behandlungsweise erzielt, und der Effekt schwankte nur hinsichtlich der größeren oder geringeren Klarheit der betreffenden Strukturen.

Daß die räumliche Ausdehnung der einzelnen Röhren nicht durch zufällige Momente beeinflußt worden ist, geht ja ohne weiteres aus ihren links und rechts symmetrischen Größenverhältnissen hervor. Wenn man hinter ihrer beschriebenen Struktur Artefakte wittern will, so können wohl nur Schrumpfungen in Betracht kommen, derart, daß eine ursprünglich ziemlich homogene Faser bis auf eine Randzone, die Scheide, zu einem gewundenen Balken, unsrer axialen Fibrille, zusammengeschnurrt ist, die mit der ersteren nur noch durch feine Fäden in Verbindung steht. Dieser Auslegung widerspricht die meist ungefähr gleiche Dicke der Scheide und ihre stets scharfe Begrenzung nach innen hin, ferner das Verhalten der Fibrille selbst. Man kann nicht annehmen, daß sie, wäre sie ein Schrumpfungsprodukt, als ein auf beiden Seiten symmetrischer Querschnitt (z. B. Komma) oder gar links und rechts in je doppelter Zahl (Fig. 8,4 *Fs*) auftreten würde. Denkt man sich die

Fasern im Leben zwar homogen, aber von einer Scheide oder einem Gliamantel umgeben, so braucht natürlich ihre bzw. seine Anwesenheit auf Schnitten auch nicht verteidigt zu werden.

Abgesehen von einer Bemerkung Zelinkas (46, S. 379), der bei *Discopus* von einem »Fasergewirr« spricht, sind mir keine Angaben über die Beschaffenheit der Fasersubstanz bei Rotatorien bekannt. Es würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem übersteigen, wollte ich auf die ungeheuer umfangreiche Literatur über den Bau des Nervensystems der Wirbellosen eingehen. Ich beschränke mich auf die Feststellung, daß meine Befunde in rein anatomischer Beziehung sehr hübsch mit Verhältnissen übereinstimmen, wie sie Apáthy (1) z. B. in motorischen Nerven von Hirudineen und Lumbriciden angetroffen hat. Er fand in ihnen eine oder auch mehrere gewundene Fibrillen, sogenannte »leitende Primitivfibrillen«, die von einem »perifibrillären Mantel« (S. 519) umgeben sind. Von diesem verschieden ist eine »Scheide« (S. 529), die den Nerv nach außen abschließt. Diese Scheide begleitet aber den Nerv nicht in die centrale Fasermasse hinein, sondern hört entweder vor dem Ganglion auf, oder vermischt sich mit einem die Fasermasse begrenzenden Geflecht von Gliafasern, das seinerseits zahlreiche Äste in das Innere des Ganglions entsendet (S. 533). Der Inhalt der bedeutenden Apáthyschen Arbeit darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, aber um keine falschen Vorstellungen zu erwecken, will ich noch ausdrücklich bemerken, daß nach Apáthy die Primitivfibrillen auch die Zellen durchsetzen, bzw. sich in ihnen zu einem Geflecht oder dgl. verweben (S. 506).

B. Peripheres Nervensystem.

Mit dem peripheren Nervensystem als zusammenhängendem Ganzen habe ich mich nur so weit beschäftigt, als es auf Schnitten studiert werden konnte. Ich werde also auf den Bau der peripheren Ganglienzellen zu sprechen kommen, ihre Verteilung in der vorderen Körperregion und die Arten ihrer Verbindung mit dem Centralorgan feststellen. Doch sollen jene Ganglienzellen, die im oder dorsal vom Mastax liegen, aus praktischen Gründen im Zusammenhang mit ihm bzw. dem Oesophagus ihre Erledigung finden. Ferner werden in diesem Kapitel die vom Gehirn abgehenden Nerven, soweit ich sie ermitteln konnte, berücksichtigt.

Die Schwierigkeit, **Ganglienzellen**, die in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Cerebrum stehen, als solche zu erkennen, ist zur Genüge bekannt und nicht ganz aus der Welt zu schaffen. Als

Operationsbasis haben zweifellose periphere Nervenzellen (ich gebrauche diese Bezeichnung abwechselnd mit »Ganglienzellen«) zu dienen, also solche Zellen, die eng mit dem Gehirn verbunden sind. Wenn man nun ihren Charakter und ihren Variationskreis genau kennen gelernt hat, so ist man wohl berechtigt, alle gleichgebauten peripheren Zellen auf Grund dieser histologischen Übereinstimmung als nervös in Anspruch zu nehmen. Längere Beschäftigung mit dem Gegenstande schärft den Blick für die Zellcharaktere so außerordentlich, daß man in der Auseinanderhaltung von nervösen und nichtnervösen Elementen nur sehr selten fehl greift.

Die mit dem Gehirn liierten Zellen stimmen in ihrem Bau vollkommen mit den Typen b, c und d der Gehirnzellen überein, wobei ich von den ganz wenigen Fällen absehe, in denen Zellen offenbar schlecht getroffen wurden oder in einem ungünstigen Erhaltungszustand sich befinden. Zellen vom Typus a sind ganz ausgeschaltet. Die peripheren Zellen vom Typus b (Taf. XII, Fig. 22) sind vielleicht durchschnittlich etwas größer als die gleichartigen im Ganglion. Desgleichen mag ihr Balkenwerk im allgemeinen stärker entwickelt sein, was sich aber ganz zwanglos durch ihre ungeschütztere Lage, die eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Druck erheischt, erklären läßt. Chromidien in wechselnder Zahl sind natürlich auch vorhanden und haben wieder eine Vorliebe für wandständige Anordnung.

Fig. 22 gewährt einen Überblick über die Form der mit dem Gehirn verbundenen Zellen, über die beiden Arten dieser Verbindung und die Schaltung der Zellen untereinander. Dabei bedeutet immer die glatte Kontur die Gehirngrenze. Den einfachsten Fall veranschaulicht Fig. 22*a*, wo eine Ganglienzelle mit breiter Basis dem Centralorgan anliegt. Es handelt sich aber nicht, wie bei den Kopfzellen, um eine bloße Berührung, sondern um eine wirkliche organische Verbindung. Daß diese Zelle keinen Fortsatz oder Zusammenhang mit einer andern Zelle haben sollte, ist nicht anzunehmen, denn sonst hätte sie gar keinen Zweck. Vielleicht verhält sie sich in natura ebenso wie die unipolare Zelle Fig. 22*b*, die einerseits mit dem Gehirn in Verbindung steht, anderseits sich in einen Nervenfaden auszieht. Gewissermaßen eine Kombination der beiden genannten stellt Fall *c* dar. Eine lang gestreckte, niedere Zelle ist in ihrer ganzen Ausdehnung dem Ganglion angeschmiegt, und mit ihr tritt eine birnförmige Zelle durch einen Ausläufer in Kommunikation. Fig. 22*d* veranschaulicht eine etwas andre Art der Zellverbindung. Die Körper zweier Zellen, von denen die eine dem Cerebrum dicht anliegt, die andre sich in einen centrifugalen

Nerven verlängert, sind unmittelbar übereinander geschaltet. Eine Variation dieses Verhaltens erkennt man im Fall *e*, wo zwei sich berührende Zellen dem Gehirn eng anliegen. Auf diese beiden ist nun eine dritte aufgesetzt, und lediglich sie entsendet einen Fortsatz.

Dem Ganglion unmittelbar anliegenden Zellen begegnet man bedeutend häufiger als jenen, die durch einen direkten Nerven mit dem Cerebrum in Zusammenhang stehen (Fig. 22*f*).

Ohne mich in den Streit, ob Kontakt oder Kontinuität waltet, weiter einzulassen, will ich nur hervorheben, daß bei den Rädertieren beiderlei Modi vertreten zu sein scheinen. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß auch da, wo Kontaktleitung vorzuliegen scheint, die Reize nicht durch Berührung, sondern durch feine, bei meinen Methoden nicht differenzierte, Fäserchen von Zelle zu Zelle übertragen werden.

Wir haben bis jetzt nur von in nächster Umgebung des Gehirns befindlichen Zellen, den »periencephalischen Ganglienzellen« Zelinkas (46, S. 382) gesprochen. Ihnen entsprechen vollkommen die Ganglienzellen des Rumpfes, soweit sie dem Typus b angehören. Die unipolare, birnförmige Zelle (Fig. 23*b*) stammt aus jener Gegend und zieht sich in einen langen Fortsatz aus. Ihre Gesamtlänge beträgt etwa 65 μ. Neben unipolaren peripheren Ganglienzellen kommen, ebenso wie im Gehirn, auch bipolare vor. Die der hinteren Körperregion entnommene Zelle (Fig. 23*a*) zeigt zwar nur einen größeren Nerven, doch weist ihre spindelige Gestalt deutlich auf Bipolarität hin. Schnitte treffen natürlich die Zellen nicht immer in ihrer Längsausdehnung, und so stößt man sowohl im Rumpf (Fig. 23*d*), wie im Kopf auf Ganglienzellen von mehr oder weniger rundlichem Umriß.

Bevor nun auf die Verteilung der Nervenzellen in der vorderen Region eingegangen wird, müssen wir uns davon überzeugen, daß auch ein Teil jener peripheren Ganglienzellen, die dem Typus c und d der Gehirnzellen entsprechen, in einem nachweisbaren Zusammenhang mit dem Cerebrum stehen. Allerdings konnte ein solcher Zusammenhang bei isoliert liegenden Zellen nicht nachgewiesen werden, was aber bei Berücksichtigung ihrer durchschnittlich geringen Größe, der meist nicht deutlich hervortretenden Plasmagrenze und ihres stets größeren Abstandes vom Gehirn nicht sehr überraschen darf. Im Räderorgan haben sich eine Anzahl derartiger Zellen zu einem Kopfganglion (Taf. IX, Fig. 3,4 *kg*) vereinigt, das durch eine breite kernhaltige Brücke mit dem Gehirn (*Ce*) verbunden ist. Die Kerne — Plasmagrenzen sind nicht nachweisbar — dieses Kopfganglions liegen in einer faserigen

Masse eingebettet und gleichen teils dem Typus c, teils dem Typus d, während wieder andre eine vermittelnde Stellung zwischen beiden einnehmen. Ich bedaure lebhaft, keine hinsichtlich der Histologie und Schnittführung gleich tadellose Serie zur Verfügung zu haben. Sie würde zeigen, daß auch die Kerne des Kopfganglions, ebenso wie alle Zellen des peripheren Nervensystems, in vollkommenster Weise auf beiden Seiten symmetrisch verteilt und geformt sind. Des kürzeren Ausdrucks wegen sollen von jetzt ab die Zellen bzw. Kerne des Typus c und d als »dunkle Ganglienzellen« bzw. »-kerne« zusammengefaßt werden. Der Leser wird ja nun selbst entscheiden können, wohin sie gehören. Die Zellen vom Typus b werden in Zukunft manchmal »helle Ganglienzellen« genannt.

Auch rechts und links vom Kopfganglion (Fig. 3,4 *kg*) liegen noch einige dunkle Ganglienkerne, ein weiterer befindet sich etwas mehr dorsal (*Gz*) und wird von einem bipolaren, 9 μ großen Plasmamantel umgeben. Als zweifellose, helle Ganglienzellen sind die beiden mit Gz_1 und Gz_2 bezeichneten anzuführen, von denen die letztere einen deutlichen Fortsatz zur Räderorganmatrix (*M*) entsendet. Ob auch die dorsolateralwärts sich wendende Faser wirklich aus dieser Zelle entspringt, ist ungewiß. Desgleichen muß dahin gestellt bleiben, ob die fünf dunklen Nervenzellen (Fig. 3,3 *Gz*) noch zum Kopfganglion gehören. Fünf weitere derartige, in typischer Ausbildung so überaus charakteristischen Kerne sind über den Schnitt verteilt. Fig. 3,2 besitzt drei davon, von denen einer eine plasmatische Umrahmung erkennen läßt. Eine Ganglienzelle (*Gz*) vom Typus a ist unpaar und befindet sich ventralwärts in der Mittellinie.

Schon in einem andern Kapitel wurde der zweifelhaften Stellung einer Zelle (Fig. 3,2 *Z*) Erwähnung getan und hinzugefügt, daß sie wahrscheinlich nervöser Natur ist. Es handelt sich um eine große, ungefähr rechteckige Zelle, die auch von dem vorhergehenden Schnitt (Fig. 3,1 *Z*) und vielleicht noch vom folgenden (Fig. 3,3 *Z*) getroffen wird. Sie ist besonders durch ihre Vielkernigkeit ausgezeichnet, und zwar birgt sie im ganzen sechs, teilweise sich deckende, Kerne, die in einem linken und rechten Haufen zu je drei Stück angeordnet sind. Einer der linken Kerne liegt auf Fig. 3,1 (*Z*). Ihr Plasma ist nicht hell und wird reichlich von Balkenwerk und Chromidien durchsetzt. Dieser Befund ist nicht etwa ein zufälliger. Fig. 23*c* (Taf. XII) repräsentiert die entsprechende Zelle einer andern Serie. Sie enthält wiederum sechs Kerne, nur daß diesmal einer der rechten Kerne auf einen andern Schnitt fällt. An die Zelle legen sich zwei, vorher nicht wahr-

nehmbare Stränge an, die je zwei kleine Nuclei enthalten. Ist sie wirklich nervös, so stellt sie die einzige mir begegnete vielkernige Ganglienzelle (über die beiden zweikernigen Zellen Z_1 von Taf. IX, Fig. 3,3 und Taf. XI, Fig. 8,2, die eine Sinnesfunktion übernommen haben, wird später noch zu sprechen sein) dar. Möglicherweise ist sie nicht als einzelne Zelle, sondern als ein syncytiales Ganglion aufzufassen. Dafür spräche die Symmetrie in der Kernverteilung.

Auf Fig. 3,5 (Taf. IX) zählt man elf dunkle Ganglienkerne, von denen nur zwei mit einem Protoplasmaleib umkleidet sind, und zwei helle, schmale bipolare Ganglienzellen (*Gz*), die erst auf dem folgenden Schnitt (Taf. X, Fig. 3,6 *Gz*) voll getroffen sind. Da nur die rechte Seite der Figur ganz gezeichnet wurde, so ist nur dort die Zelle eingetragen. Sie verlängert sich in einen größeren centralen Fortsatz und mißt 23 μ. An der Peripherie des Mastax (*ma*) sind hier vier von den dunkeln Kernen vorhanden. Zwei kleine, ungünstig getroffene, helle Ganglienzellen (Gz_3) sitzen der ventralen Außenseite des Gehirns direkt auf. Das Pendant der rechten lateralen Zelle Gz_1 vom Typus b zeigt Fig. 3,6 *C* (Gz_1), dessen Kern schon auf Fig. 3,5 (Gz_1) sichtbar wird. Beide Zellen sind auch noch auf dem folgenden Schnitt (Taf. X, Fig. 3,7 Gz_1) vorhanden, doch ist wieder nur eine berücksichtigt. Auf demselben Bild befindet sich symmetrisch eine periphere helle Ganglienzelle (Nr. 13), die zwischen das Gehirn und die Nerven *n* eingekeilt ist. Es folgen auf sie nach ventral links drei derartige Zellen, worunter eine unipolare, und rechts zwei. Daß die auf beiden Seiten gleichmäßig ausgebildete und sich in einen feinen medianen Faden ausziehende Zelle *Gz* (rechts) mit der nicht unähnlichen von Fig. 3,6 (*Gz*) identisch ist, glaube ich nicht. Von dunklen Ganglienkernen sind nur zwei vorhanden, auf dem folgenden Schnitt (Taf. X, Fig. 3,8) an der Peripherie des Mastax (*ma*) deren vier. Sie werden ergänzt durch jederseits zwei helle Nervenzellen (*Gz*). Mit der Ventralseite des Gehirns von Fig. 3,9 eng verbunden, befindet sich links und rechts ein Komplex von vier, nicht immer gut getroffenen, peripheren hellen Ganglienzellen (*Gz*). Man geht wohl nicht fehl, wenn man sie für die gleichen Zellen hält, die auf Fig. 3,8 die Basis des Gehirns ziemlich unvermittelt verbreitern, dort aber ganz in seinem Verbande liegen. Vielleicht gehören selbst die nervösen Elemente *Gz* von Fig. 3,10 und 3,11 noch zu diesem Komplex. Außerdem vertreten auf Fig. 3,10 denselben Typus ein paar Ganglienzellen (Gz_1 und Gz_2), von denen die eine (Gz_1) der rechten Seite erst auf den nächsten Schnitt (Fig. 3,11) fällt, während die andre (Gz_2) auf beiden Schnitten vorhanden ist.

Die auf den übrigen Schnitten spärlich vorhandenen Ganglienzellen sollen nicht mehr einzeln genannt werden. Ihr Charakter ergibt sich aus den Bezeichnungen.

Zusammenfassend will ich bemerken, daß im großen und ganzen die peripheren Ganglienzellen vom Typus c und d, besonders die letzteren, in der vorderen Körperregion diejenigen vom Typus b an Zahl überwiegen, während in der Rumpfregion das umgekehrte Verhältnis herrscht. Aber auch hier kommen dunkle Ganglienzellen vor.

Die vom Gehirn abgehenden **Nerven** muß man in zwei Gruppen sondern, nämlich in solche, die aus Zellen entspringen, und solche, die aus der Fasersubstanz hervorgehen. Da das Gehirn nicht frei in der Leibeshöhle schweben kann, sondern irgendwo aufgehängt sein muß, ist es nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden, ob eine Faser nervöser Natur ist oder vielleicht nur fixatorische Bedeutung hat.

Zu der ersten Gruppe gehört ein dünner Faden (Taf. X, Fig. 3,6 *n*), der jederseits von den Zellen Nr. 6 abgeht, lateral- und dorsalwärts zieht und sich bis an eine der Drüsenzellen *Dz* verfolgen läßt, ohne aber mit ihr in näherer Verbindung zu stehen. Die linke Nervenfaser, die in einem etwas andern Winkel entspringt, ist abgeschnitten gedacht und ihre Fortsetzung auf Fig. 3,6 *C* (*n*) gezeichnet. Beide Fasern sind völlig homogen und in ihrem ganzen Verlaufe gleichmäßig stark, abgesehen von einer stäbchenförmig verdickten Basis.

Nicht uninteressant sind fünf feinste Nerven (n_1—n_5), wovon drei von der Dorsal- und zwei von der Ventralseite des Gehirns abgehen. Den dem linken Nerven n_2 entsprechenden der rechten Seite konnte ich nicht auffinden. Er ist aber zweifellos vorhanden. Diese Nerven sind deshalb beachtenswert, weil sie zweiwurzelig sind, und zwar entspringt jede Wurzel einer Zelle. Die beiden Wurzeln von n_5 und eine von n_4 sind recht gut durch die Grundsubstanz des Gehirns zu verfolgen. Die Wurzeln vereinigen sich kurz außerhalb des Ganglions unter Bildung eines kleinen Punktes, der sich in einen Faden (n_1 und n_2) fortsetzt.

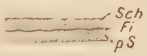
Zwei weitere dünne Nervenstränge (Taf. XI, Fig. 8,2 *n*) ziehen von dem Vorderende des Gehirns, und zwar von den Zellen Nr. 1, in einem Bogen zur Räderorganmatrix (*M*) und schließen in ihr mit je einer hellen dreieckigen Platte, die wohl eine besondere Nervenendigung vorstellt, ab.

Die sich in Fortsätze verlängernden Zellen an den Hinterecken des Gehirns (Taf. XI, Fig. 9) und an seinen Vorderecken (Fig. 8,2 bzw. 8,2 *A*) wurden ja schon besprochen, so daß sie in diesem Zusammenhang nur nochmals erwähnt zu werden brauchen.

Aus den vorderen Ecken des Gehirns entspringt noch ein Nervenpaar (Taf. XI, Fig. 8,4 *n*), das ein Sinnesorgan (*d St*) innerviert. Nur der rechte Nerv läßt eine unmittelbare Verbindung mit dem Gehirn erkennen.

Der einzige unpaare Nerv (Taf. XII, Fig. 10 und 13 *n*) entsteht dadurch, daß sich eine im Vorderende des Ganglions median gelegene Zelle in einen Fortsatz, der den Räderapparat versorgt, auszieht. Und wenn wir noch die beiden, später näher zu berücksichtigenden, Nerven (Fig. 13 *tn*) nennen, die den Rückentaster versorgen und von dem hinteren dorsalen Gehirnende entlassen werden, so ist die Aufzählung der Nerven der ersten Gruppe erschöpft.

Zur zweiten Gruppe gehört nur ein einziges Nervenpaar (Taf. X, Fig. 3.7 *n*), das der Unterseite des Gehirns entspringt und ventrolateralwärts zieht. Zweifellos kommt ihm eine hervorragende Bedeutung zu, weil es die einzigen Nerven sind, die nicht direkt von den Rindenzellen abgehen, sondern erst auf dem Umweg über die Fasersubstanz die freie Leibeshöhle gewinnen. Dieser verschiedene Ursprung bedingt eine völlige Abweichung der Struktur, die allerdings nur aus dem rechten Nerv deutlich ersehen werden kann. Die nebenstehende Textfig. 6 veranschaulicht ein Stück von ihm bei starker Vergrößerung und zeigt ohne weiteres seine völlige Übereinstimmung mit den Elementen der Fasersubstanz. Während die erstbeschriebenen Zellfortsätze entweder ganz homogen oder feinst parallelfaserig gebaut sind, verläuft also im Innern dieses Nerven eine geschlängelte Fibrille (*Fi*), die von einem hellen perifibrillären Mantel (*p S*) umgeben ist. Dieser wird von dünnen Fäden durchzogen und nach außen von einer Scheide (*Sch*) abgegrenzt. Die Fortsetzung beider Nerven ist auf Fig. 3,8 (*n*) noch zu erkennen. Ich möchte glauben, daß sie sich in ihrem weiteren Verlaufe gabeln und einem Nervus ventralis und lateralis den Ursprung geben, wie es von Zelinka bei *Callidina symbiotica* (45, S. 472), *Discopus* (46, S. 385) und *Callidina russeola* (47, S. 13), und von Hlava (23, S. 300) bei *Conochiloides* nachgewiesen wurde.



Textfig. 6.
Ein aus dem Gehirn austretender Nerv. Stark vergr.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Das Nervensystem gliedert sich in ein centrales und ein peripheres.

Das **Centralnervensystem** oder Gehirn liegt dorsal über dem Mastax, nahe dem Vorderende des Tieres und wird allseitig von einer feinen

Membran umschlossen. Es besteht aus einer äußeren Rindenschicht und einer inneren Fasersubstanz.

Die Rindenschicht setzt sich aus viererlei Zellen zusammen, die sich durch ihre Größe, Farbe und Struktur voneinander unterscheiden, allerdings nicht immer ganz scharf.

Auch innerhalb der einzelnen Zelltypen ist die Differenzierung weit vorgeschritten. Sie erlaubt von »Centren« zu sprechen, d. s. innerhalb eines Typus durch ihre Beschaffenheit besonders auffallende Zellen.

Im Plasma aller Zellen befindet sich in mehr oder minder starker Ausbildung ein stützendes Balkenwerk und ein Chromidialapparat.

Die Chromidien haben große Neigung zu wandständiger Anordnung und können entweder einzeln aus dem Kern austreten oder es erfolgt die Abschnürung eines größeren Kernstückes.

Die Zellen sind teils unipolar, teils bipolar. Im letzteren Falle geht der eine Fortsatz nach der Peripherie, der andre centralwärts.

Die Zahl, Lage, Größe und Form der Zellen und ihrer Fortsätze ist auf beiden Ganglionhälften streng symmetrisch. Auch Tinktionsvermögen und Struktur entsprechender Zellen stimmen in allen wesentlichen Punkten, oft auch in kleinen Einzelheiten, überein.

Zwischenräume zwischen einzelnen Zellen werden durch eine helle homogene Grundsubstanz ausgefüllt.

Die Fasersubstanz ist zu großer Ausdehnung gelangt und besteht aus zahlreichen, dicht gedrängten und vollkommen bilateral-symmetrisch verteilten Röhren von unterschiedlicher Dicke.

Jede Röhre setzt sich aus einer, selten zwei, in Serpentinen verlaufenden Fibrille, der sie mit einem hellen Hof umgebenden Perifibrillärsubstanz und einer den Abschluß nach außen bildenden Scheide zusammen. Zwischen dieser und der Fibrille verlaufen feine Fäden in meist radialer Richtung.

Eine Röhre verbindet die rechte und linke Gehirnhälfte commissurartig.

Eine theoretisch zu postulierende Verbindung zwischen Rindenschicht und Fasersubstanz war in keinem Falle nachzuweisen.

Im **peripheren Nervensystem** sind drei Arten von Ganglienzellen vorhanden, die denen im Gehirn ganz oder fast vollkommen gleichen. Sie sind teils uni-, teils bipolar und auf beiden Seiten symmetrisch verteilt und ausgebildet.

Die Verbindung peripherer Zellen mit dem Gehirn und untereinander läßt darauf schließen, daß neben Kontinuität hauptsächlich Kontakt waltet.

Im Kopfabschnitt haben sich eine Anzahl von Zellen zu einem Kopfganglion zusammengeschlossen.

Die vom Cerebrum ausstrahlenden Nerven gehören zwei Gruppen an.

Die erste Gruppe wird direkt von den Gehirnzellen entlassen und ist entweder homogen oder mit ganz feinen parallelen Streifen versehen. Besonders bemerkenswert sind einige zweiwurzelige Nerven.

Die zweite Gruppe, vertreten durch nur ein Nervenpaar, entspringt aus der Fasersubstanz und stimmt in ihrem Bau gänzlich mit dieser überein.

V. Konstanz der Gehirnzellen.

Meine Untersuchungen über das Nervensystem waren fast abgeschlossen, als mich Herr Privatdozent Dr. E. Martini (31), der sich bekanntlich selbst in verschiedenen Arbeiten mit der Konstanz von Zellen bei Nematoden beschäftigt hat, liebenswürdigerweise auf den bereits zitierten und inzwischen in ausführlicher Form (19) erschienenen Vortrag von Goldschmidt (18) hinwies.

Goldschmidt (18) fand, außer der schon erledigten zellenweisen Symmetrie, das Nervencentrum von *Ascaris* immer aus 162 Ganglienzellen zusammengesetzt. »Von diesen gehen stets nur bestimmte Fortsätze, die in typischer Weise verlaufen und typisch bestimmte Verbindungen eingehen . . . Die Konstanz erstreckt sich weiterhin auf die relative Größe wie die Form der Zellen, ja bis auf Einzelheiten wie die Winkel, in denen die Fortsätze mancher Zellen vom Zellleib abgehen, oder die Lage des Kernes im Plasma.« Was diesen letzten Punkt betrifft, so konnte ich mich nicht ganz davon überzeugen, aber hiervon abgesehen, bewies mir ein diesbezügliches Studium meiner Präparate zur Evidenz, daß eine Konstanz der Gehirnzellen auch bei Rotatorien zweifellos vorhanden ist, und nicht nur im Gehirn allein, sondern in fast allen Teilen des Rädertierorganismus.

Schon lange vor Goldschmidt hat Apáthy (1, S. 595ff.) auf eine Konstanz des größten Teiles der Ganglienzellen und ihrer Fortsätze im Bauchstrang von *Hirudo* aufmerksam gemacht, und bereits im Jahre 1899 spricht Gast (16, S. 189) in seiner *Apsilus*-Arbeit von der Zellkonstanz der äußeren dorsalen Gehirnschicht.

Was bei Rotatorien den Nachweis einer weitgehenden Konstanz der Gehirnzellen besonders schwierig gestaltet, ist die Unmöglichkeit, von Totalpräparaten ausgiebigen Gebrauch machen zu können. Im günstigsten Falle bieten sie die Dorsalfläche und Seitenansicht des Ganglions dem Auge dar. Bei *Eosphora* aber, und sicherlich noch so und soviel andern Arten, ist es kaum möglich, seine Konturen einigermaßen genau feststellen, geschweige denn die einzelnen Elemente mit der unerläßlichen Klarheit überblicken zu können. Man ist also gänzlich auf Schnitte angewiesen, und wieviele Schwierigkeiten und Zufälle es bei so kleinen Objekten zu überwinden gibt, um zwei einander vollständig entsprechende Serien zu erhalten, das brauche ich wohl nicht erst zu explizieren. Dieses Ziel zu erreichen, war mir leider nicht vergönnt, und doch hoffe ich, durch Vergleichen von je zwei aufeinander folgenden Schnitten zweier Serien auch den Leser wenigstens von der numerischen Konstanz der Gehirnzellen überzeugen zu können. Dafür, daß auch eine Konstanz der Form und relativen Größe existiert, liefern ja schon die wiedergegebenen Abbildungen mannigfache Anhaltspunkte, doch möchte ich nicht unterlassen, ganz besonders zu erwähnen, daß man durch das Studium zahlreicher Serien in die Lage versetzt wird, sich von der Konstanz der Gestalt und relativen Größe aller Gehirnzellen und auch der Fasersubstanz zu versichern. Ein Vergleich der letzteren ist, ebenso wie die Prüfung ihrer Symmetrie, natürlich auf die größeren Röhren beschränkt. Ich zweifle aber nicht an der Konstanz auch der kleinen Elemente.

Da die beiden Objekte, nach denen die Vergleichszeichnungen angefertigt sind, in verschiedener Weise konserviert und gefärbt wurden, ferner in einem ganz ungleichmäßigen Erhaltungszustand sich befinden, muß ich es mir leider versagen, auf einen Vergleich ihrer Histologie einzugehen, doch ist tatsächlich eine histologische Konstanz bis zu einem gewissen Grade vorhanden und vielleicht besonders hübsch in den Centren wahrzunehmen. Nicht daß sich diese Konstanz auf alle Einzelheiten erstreckte, sondern meist ist nur der allgemeine Habitus der Zellen, ihre Färbbarkeit und die ungefähre Chromatinmenge im Kern dieselbe.

Um die Zellkonstanz zu argumentieren, wurden zwei fortlaufende Schnitte (Taf. X, Fig. 4,1 und 4,2) ausfindig gemacht, die mit den schon dargestellten (Fig. 3,6 und 3,7) der Leitserie in wesentlicher Übereinstimmung stehen, über deren Grad jetzt abgehandelt werden soll.

Gemäß der geringeren allgemeinen Körpergröße dieses Tieres, ist auch sein Gehirn (Fig. 4,1) schmäler und niedriger als das von

Fig. 3,6, welch beide zuerst miteinander verglichen werden mögen. Allerdings kann, worauf ich ja schon früher hingewiesen habe, die Form und der normale dorsoventrale Durchmesser eines Ganglions durch äußere Umstände in mehr oder weniger beträchtlicher Weise verändert werden, und zwar durch einen Druck, der dorsal von den zwischen Cuticula und Cerebrum eingekeilten Drüsenzellen (*Dz*) ausgeht und ventral von den Seitenstücken des Mastax vermittelt wird.

Diese Kräfte haben auf das Gehirn von Fig. 4,1 eingewirkt und, da nur der linke Teil des Kaumagens dem Ganglion eng anliegt, eine stärkere Kompression dieser ganzen Gehirnhälfte hervorgerufen. Als Unterschied in der äußeren Form zwischen den beiden Schnitten kann uns jetzt nur noch das unbedeutende Moment auffallen, daß der ventrale mittlere, zwischen den beiden Retractoren lm_2 liegende Abschnitt in dem einen Falle konvex, im andern konkav ist, während die Seiten des Ganglions auf beiden Abbildungen in fast gleicher Weise stumpf abgeschnitten sind.

Wenn ich nun zuerst auf gewisse Differenzen in der Zellenzahl hinweise, wie sie in den Zeichnungen erst bei genauerem Zusehen hervortreten, so kann ich von vornherein mitteilen, daß die Unterschiede nur ganz unwesentlich und überdies auch nur scheinbare sind. Sie bestehen in dem Vorhandensein dreier mit roten Zahlen bezeichneten Zellen (Fig. 4,1 *x* und *y*), die man auf der Vergleichszeichnung (Fig. 3,6) vergebens suchen wird. Die beiden etwas höher liegenden Zellen *x*, von denen nur die linke einen Plasmaleib erkennen läßt, fallen als wirkliche numerische Abweichungen sofort hinweg, da sie in der Tat auch auf dem entsprechenden Schnitt der andern Serie vorhanden sind, wenn auch nur ganz schwach angedeutet, was mich veranlaßte, sie dort zu ignorieren. Diese und unter andern auch die folgende Zeichnung war schon vollendet, als ich mich mit der Zellkonstanz zu beschäftigen begann, und eine nachträgliche, auf Grund dieses Befundes vorzunehmende Eintragung glaubte ich nicht machen zu sollen.

Es bleibt also noch die, offenbar nur angeschnittene, Zelle 19, die lediglich auf einer Ganglionhälfte nachweisbar ist. Aber auch sie kann billigerweise nicht gegen die Zellkonstanz ins Feld geführt werden, da ihre Identität mit Zelle 5 des folgenden Schnittes (Taf. X, Fig. 4,2) über allen Zweifel erhaben ist. Es grenzte ja direkt ans Wunderbare, wenn mehrere gleichgeführte Schnitte durch zwei in ihrer Größe sich nicht vollkommen entsprechende Gehirne gänzlich übereinstimmende Zahlen- und Lageverhältnisse der einzelnen Elemente liefern würden.

Auf beiden miteinander zu vergleichenden Schnitten (Fig. 3,6

und 4,1) treffen wir unpaar eine kleinere, rundliche Zelle (Nr. 1. Die Bezeichnungen für Fig. 3,6 siehe auf Fig. 3,6*A*) an, die absolut in der Medianlinie zwischen dem dunkeln Komplex (Fig. 3,6*AsD*) und einer dorsalen Vertiefung des Ganglions gelegen ist. Zu ihren Seiten befindet sich je ein als Centrum in Anspruch genommenes Zellpaar (C_2) von verschiedenen Größenverhältnissen. Beide Paare liegen ziemlich tief, doch ist das von Fig. 4,1 noch weniger angeschnitten als das von Fig. 3,6. Die beiden linken Zellen Nr. 2 stimmen in ihrer Lage und äußeren Begrenzung nicht übel miteinander überein. Hier wie dort stoßen sie mit breiter, gerader Basis an die Oberfläche des Gehirns und legen sich mit ihrem etwas abgerundeten ventralen Ende ein bißchen über die Zelle 17. Ein Vergleich des Verhaltens auf der rechten Seite ist deshalb nicht gut möglich, weil es nicht gelingen wollte, den ganzen Umriß der betreffenden Zelle von Fig. 4,1 genau festzustellen. Weiter vorschreitend, begegnen wir zwei umfangreichen Zellen (Nr. 3), und wiederum sind es die der linken Seite, die mit ihrem zugespitzten medialen und abgerundeten distalen Ende, mit ihrer im wesentlichen geraden dorsalen Abgrenzung und gebogenen oder etwas geknickten ventralen Kontur eine unverkennbare Ähnlichkeit zeigen, während sich die beiden rechten Zellen nur in ihrer Größe ungefähr gleichen. Die Flächen der Zellen 4 und 5 fallen auf Fig. 4,1 in größerer Ausdehnung zusammen als auf Fig. 3,6; auch sind auf erstgenanntem Bilde die höher liegenden Zellen Nr. 4 etwas anders orientiert, doch ist im übrigen sowohl bei den letzteren, als den rechten Zellen Nr. 5 eine Ähnlichkeit der Form vorhanden. Einen recht hohen Grad von Übereinstimmung lassen die großen, schräg nach außen gerichteten Zellen 6 erkennen, von deren distalem spitzen Ende aus das Gehirn nach innen und ventral abfällt, was allerdings auf Fig. 4,1 allein auf der von äußeren Momenten nur mäßig beeinflußten rechten Seite gut wahrnehmbar ist.

Das vergleichende Studium der wenig Bemerkenswertes zeigenden Zellen bzw. Kerne Nr. 7, 8, 9, 10 möchte ich dem einzelnen überlassen und gleich zur Besprechung der Zellen 11 übergehen, die meines Erachtens einen besonders hübschen Beweis für die Konstanz der Lage abgeben. Es sind dies nämlich die einzigen Zellen im Gehirn, die in so starker und unvermittelter Weise gegen die Fasersubstanz vorspringen. Die Prüfung ihrer gestaltlichen Übereinstimmung wird dadurch vereitelt, daß einesteils der Nachweis eines Plasmaleibes für den linken Kern auf Fig. 4,1 nicht gelungen ist, andernteils die distale Grenze der rechten Zelle von Fig. 3,6 nicht deutlich hervortritt. Seitlich von diesen beiden Zellen, und an sie dicht anschließend, liegt je

eine (Nr. 12), die mit der entsprechenden der andern Serie ebensowenig eine größere Ähnlichkeit in der Form zeigt, wie die noch weiter nach außen befindlichen Zellen 13. Eine ausgesprochene gestaltliche Differenz bieten die Zellen Nr. 14. Während sie sich auf Fig. 3,6 als langgestreckte, an einem Ende abgerundete, am andern allmählich zu einer Spitze sich verjüngende Elemente präsentieren, besitzen sie auf Fig. 4,1 die Form eines Ovals mit erheblich kürzerem Längsdurchmesser. Allzu tragisch dürfen derartige Abweichungen nicht aufgefaßt werden, die, wie wir alle wissen, auch durch den geringsten Unterschied in der Messerführung hervorgerufen werden können.

Die Zellen 15 und 16 könnten bedeutend ähnlicher sein, und für die morphologische Übereinstimmung der folgenden (C_4) läßt sich auch nicht viel mehr sagen, als daß sie auf beiden Schnitten einen etwas eckigen Umriß haben. Dagegen kann man mit der Übereinstimmung der Zellen 17 zufrieden sein, wenn sie auch medial auf der einen Zeichnung abgerundet, auf der andern schräg abgeschnitten erscheinen. Ihre verschiedene Lagebeziehung zu dem dunklen Kreis (Fig. 3,6 *AsD*) ist unwesentlich, denn auch bei dem durch Fig. 3,6 dargestellten Schnitt ist eine Einstellung möglich, bei der sie jenen berühren. Unter dieser schwarzen Kreisfläche liegen zwei kleinere Kerne (Nr. 18), deren Zellgrenzen nur auf Fig. 4,1 sichtbar werden. Wir haben jetzt noch eines Zellpaares (C_3) zu gedenken, das, weil tiefer liegend, bei gewöhnlicher Einstellung nicht scharf hervortritt, und dessen Lage auf Fig. 3,6*A* durch die roten Striche angedeutet ist. Die Separatzeichnungen der linken Seite (Fig. 3,6*B* und 4,1*A*) lassen den in beiden Fällen fast nämlichen Situs erkennen. Die in Rede stehende Zelle C_3 wird umgeben von den Zellen C_4, 3, 5 und 14 (letztere reicht auf Fig. 4,1*A* nicht ganz an C_3 heran), deren Konturen bei dieser Einstellung teilweise etwas undeutlich, aber der besseren Übersicht wegen scharf eingetragen wurden. Die Lagerung der Zelle C_3 auf beiden Serien ist dadurch unterschieden, daß sie auf Fig. 4,1 in stärkerem Maße von den Zellen 15 und 16 gedeckt wird als auf Fig. 3,6. Nach Erwähnung, daß jeder Schnitt aus 41 Zellen (abgesehen von den Zellen x und y von Fig. 4,1 und einschließlich der Zellen C_3) sich zusammensetzt, wollen wir ohne Verzug an die Kritik der folgenden Schnitte (Taf. X, Fig. 3,7 und 4,2) gehen, die also die Fortsetzung der eben besprochenen bilden.

Wenn wir die durch äußere Momente (Drüsenzellen und Mastax) verursachten Beeinflussungen wieder in Abrechnung bringen, so stimmen die Umrisse der Gehirne fast völlig überein.

Die schon vorher nachweisbaren Zellen C_2 (die Bezeichnungen für Fig. 3,7 siehe Fig. 3,7 *A*) wurden erst hier richtig getroffen, und es sind besonders die beiden rechts liegenden, die sich nicht erheblich voneinander unterscheiden. Allerdings um vieles mehr gleichen sich die eigentümlich vierseitigen Zellen Nr. 1, deren Ähnlichkeit fast nicht übertroffen werden kann. Sie werden überlagert von zwei Zellen (Nr. 2), die ebenfalls einen hohen Grad von Übereinstimmung aufweisen. Nicht weniger hervorragend als die Gleichartigkeit der Orientierung und Begrenzung der Zellen 3, ist die der Zellen Nr. 4, die wiederum einen hübschen Beweis für die morphologische Konstanz darstellen. Auch die folgenden (Nr. 5) sind dazu angetan, sie deutlich zu demonstrieren.

Nun beginnen die Verhältnisse sich etwas komplizierter und abweichend zu gestalten. Um dem Leser eine bessere Übersicht zu ermöglichen, wurden die Zellen 6 auf beiden Abbildungen rot umrandet und mit dieser Farbe auch bezeichnet. Die Zellen 6 und 7 der rechten Seite zeigen ja zweifellos noch eine gewisse Übereinstimmung, während die linken Zellen Nr. 6 jeder Ähnlichkeit entbehren. Die rechte Zelle 8 von Fig. 4,2 kann man schließlich auf Fig. 3,7 gestaltlich wiedererkennen, wenn sie auch hier mehr spindelförmig ist; dagegen differieren die entsprechenden der andern Seite erheblich. Noch schwieriger ist eine Identifizierung auf den ersten Blick bei den Zellen 9 und 10. Die Unterschiede lassen sich aber unschwer dahin erklären, daß infolge einer minimalen Differenz in der Schnitthöhe die Zellen 10 von Fig 4,2 nicht ihre ganze Ausdehnung nach der Oberfläche des Gehirns zu erkennen lassen, während ihnen auf Fig. 3,7 ein medianes Stückchen fehlt. Bei den Zellen Nr. 9 verhält es sich genau umgekehrt. Weiter ventralwärts folgen die Zellen 11, deren plasmatischer Bestandteil nur auf der einen Figur (4,2) sichtbar wird, und für die Kerne Nr. 12 ist auf beiden kein Plasmaleib zu sehen. Zelle 13 wollen wir vorläufig übergehen und gleich die kleinen Zellen bzw. Kerne Nr. 14 und 15 nennen, die an der Ventralseite in übereinstimmender Weise angeordnet sind. Neben und teilweise über den der Wurzel des Nerven *n* angeschmiegten Zellen 16 liegen die Kerne 17, deren Zellgrenzen, um weitere Komplikationen des Bildes zu vermeiden, ignoriert wurden. Ein Vergleich der, abgesehen von ihrer Lage, nur wenig Übereinstimmung zeigenden Zellen 18, 19, 20, 21 und C_5 soll wiederum dem Leser überlassen bleiben und nur noch hinzugefügt werden, daß die kleinen Elemente 22 und 23 auf beiden Schnitten fast gleichmäßig ausgebildet sind. Am Aufbau der letzteren beteiligen sich — ausschließlich der Zellen Nr. 13 — je 48 Zellen.

Meine Darlegungen reichen hoffentlich aus, den Leser wenigstens von der zahlenmäßigen Konstanz der Cerebralzellen völlig zu überzeugen, wenn schon, wie gesagt, in dem Wiedergegebenen auch manche bestechende Übereinstimmung der äußeren Form sich findet. Ich möchte aber nochmals betonen, daß auch sie in weitestem Grade vorhanden ist.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich nur auf die Gehirnzellen, und es ist vielleicht angebracht, mit einigen Worten auf die Konstanz der paar in Betracht kommenden Elemente hinzudeuten, die dem peripheren Nervensystem angehören. Da ist zuvörderst die ovale Zelle 13 (Fig. 3,7 und 4,2) zu erwähnen, die zwischen Gehirn und dem austretenden Nerv *n* eingeklemmt ist, und dann letzterer selbst, der auf beiden Schnitten in gleicher Weise das Ganglion verläßt. Er stößt mit seinem freien Ende auf zwei bzw. drei hintereinander liegende Ganglienzellen, von denen die ventralste und birnförmige der einen Serie (Fig. 3,7, links Gz_2) auf der andern (Fig. 4,1 Gz_2) schon einen Schnitt vorher in analoger Weise getroffen wurde. Ebenso ist bereits auf Fig. 4,1 bei tiefer Einstellung die linkseitige Zelle 13 von Fig. 4,2 und ein Teil des linken Nerven *n* sichtbar. Die zwei kleinen Zellen (Taf. X, Fig. 3,6 Gz_3), die zwischen den beiden Retractoren lm_2 der Ventralseite des Gehirns dicht ansitzen, sind auf Fig. 4,1 (Gz_3) eben noch wahrzunehmen. Vielleicht als feinstes Detail der Konstanz kann der zarte, aus den rechten Zellen 8 und 9 (Fig. 3,6 und 4,1) dichotom entspringende Nerv n_4 angeführt werden. Desgleichen ist auf Fig. 4,1 (n_1) wenigstens die Basis der in Fig. 3,6 zu beiden Seiten des Gehirns von der Zelle Nr. 6 abgehenden Faser noch zu erkennen, während ihre Hauptausdehnung auf den vorhergehenden Schnitt fällt. Auch die dem seitlichen Rückzieher lm_3 angelagerte Ganglienzelle Gz_1 (Fig. 3,7 und 4,2) ist konstant, und die vielkernige, nicht ganz sicher nervöse Zelle *Z* auf Fig. 3,2 (Taf. IX) ist ja schon früher mit der von Fig. 23*c* (Taf. XII) verglichen worden.

Zusammenfassung.

Die Gehirnzellen sind hinsichtlich ihrer Lage, Form und relativen Größe absolut konstant.

Die Lage des Kernes im Plasma erweist sich nicht immer als konstant.

Die Konstanz der Struktur erstreckt sich auf den allgemeinen Habitus der Zellen, ihre Färbbarkeit und die ungefähre Chromatinmenge im Kern, manchmal allerdings auch auf feinere Einzelheiten.

Die größeren Röhren der Fasersubstanz sind konstant, wahrwahrscheinlich auch die kleineren.

Desgleichen ist das periphere Nervensystem konstant, sowohl seine Zellen, als auch die vom Gehirn abgehenden Fasern.

VI. Sinneszellen und Sinnesorgane.

In der Gegend des Räderapparates finden sich Sinneszellen in einer ganz überraschenden Lagerung. Sie sind nämlich nicht im Verbande des Cilienorgans selbst gelegen, sondern außerhalb und in einiger Entfernung von ihm, und schicken, allerdings nicht immer deutlich nachweisbare, centripetale Fortsätze aus.

Auf der linken Seite der Fig. 3,1 (Taf. IX) sieht man an einer von Wimpern freien Stelle in einiger Entfernung von der Peripherie des Räderapparates eine kleine Zelle (*Sz*) liegen, die in keinerlei Kommunikation mit ihm zu stehen scheint und auch noch auf dem folgenden Schnitt (Fig. 3,2 *Sz*) nachweisbar ist. Wir wollen jedoch aus praktischen Gründen lieber ihr Pendant vornehmen, das uns Fig. 3,3 (*Sz*) in seiner ganzen Ausdehnung zeigt. Es handelt sich um eine ungefähr zuckerhutförmige, 6 μ große Zelle, die fast ganz von dem gleichgeformten Kern eingenommen wird, so daß das Plasma auf einen feinen Belag beschränkt bleibt. Der Nucleus umschließt einige chromatische Elemente und ein kräftig entwickeltes Liningerüst. Die Verbindung dieser Zelle mit der Körperoberfläche wird durch zwei immerhin ansehnliche Fortsätze hergestellt, die von ihrer proximalen Seite zum äußeren Rande der Matrix (*M*) ziehen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei einer weiteren, 9 μ großen Sinneszelle (Fig. 3,6 *Sz*), die sich in ihrer Art eng an die eben beschriebene anschließt. Auch hier liegt der eigentliche Zellleib in einigem Abstand von der Körperoberfläche. Er enthält einen großen, ungefähr pfeifenförmig gestalteten, hellen Kern, der von einer zarten Plasmaschicht umgeben wird. Sie verjüngt sich nach der Cuticula hin zu einer feinen Spitze, und von dieser gehen zwei divergierende Fäden ab, die ganz bestimmt durch die Cuticula hindurch verfolgt werden können und sich bald wieder verbinden. Hierdurch entstehen zwei Dreiecke, deren gemeinsame Basis die Körperbegrenzung bildet. Das außerhalb der Cuticula liegende Dreieck scheint keinen Hohlraum, sondern eine faserige Plasmamasse mit eingestreuten chromidienartigen Elementen zu umschließen, welch beide ich aber für eine zufällige Bildung halten möchte. Eine direkte Kommunikation mit dem Gehirn konnte nicht festgestellt

werden, doch ist es leicht möglich, daß sie durch den vom Gehirn abgehenden Strang *n*, insofern man ihn überhaupt für nervös halten will, zustande kommt. Der fragliche Nerv scheint ja auf die Vereinigungsstelle der Sinneszellfortsätze förmlich loszuziehen. Der nächste Schnitt (Taf. X, Fig. 3,7 *Sz*) zeigt noch den dort umfangreicheren, aber ähnlich geformten Kern der Zelle, doch war es nicht möglich, einen deutlichen Plasmaleib oder abgehende Fasern zu erkennen.

Es scheint, als ob sich von dieser Art Sinneszellen eine andre abtrennen ließe, deren Zellkörper der Körperoberfläche direkt aufsitzt. Fig. 3,3 (Taf. IX) zeigt an ihrer Ventralseite ein Paar derartiger Zellen (Sz_1), von denen allerdings die linke keine scharfe Abgrenzung nach innen aufweist. Vielleicht gehören auch die beiden größeren vor der Mundöffnung liegenden Zellen Z_1 von Fig. 3,2 hierher.

Die Beschreibung solcher extra corpus gelegener Sinneszellen, die wohl vorläufig ein Unikum im Tierreich darstellen, könnte verschiedenen Einwänden begegnen, von denen zwei sofort zurückgewiesen werden sollen. Der eventuelle Einwurf, daß es sich nur um zufällig angeschwemmte Bildungen handelte, wird schon durch ihre symmetrische Lage stark erschüttert und muß bei Berücksichtigung der nachgewiesenen Fortsätze, die sich zum Teil bequem durch die Cuticula hindurch verfolgen lassen, gänzlich hinfällig werden. Die symmetrische Lage der Zellen und ihre Größe lassen auch Parasiten, die haustorienartige Ausläufer in die Leibeshöhle sendeten, so gut als ausgeschlossen erscheinen.

Daneben ist auch die gewöhnliche, in den Verlauf des Epithels eingeschaltete, Art von Sinneszellen vertreten. Auf Fig. 3,3 sind dorsal zwei Kerne (Sz_2) vorhanden, von denen der linke einen feinen hellen Plasmahof wahrnehmen läßt, und diese spindelförmige Zelle ragt ganz deutlich etwas über die benachbarte Oberfläche hervor. Unter ersterer befinden sich zwei kleine miteinander verbundene Querschnitte, über deren Natur ich mich nicht weiter in Vermutungen ergehen will. Zweifellos müssen hier auch die beiden etwas mehr ventral gelegenen Kerne Sz_3 genannt werden, die mit den gewöhnlichen Matrixkernen ebenso wenig Gemeinschaft haben wie die Nuclei Sz_1 und Sz_2 von Fig. 3,2. Sämtlichen schreibe ich eine Sinnesfunktion zu.

Welchen von den erwähnten Zellen ein Sinneshaar zukommt, entzieht sich meiner Kenntnis, da der exakte Nachweis eines solchen bei dem Reichtum an Cilien ungemein schwierig ist.

Wir kommen jetzt zu einem paarigen Sinnesapparat — er sei »ventraler Stirnhöcker« genannt im Gegensatz zu den später

abzuhandelnden Augen- oder besser »dorsalen Stirnhöckern« —, der ebenfalls den Wert einer Zelle zu haben scheint. Er ist meines Wissens in seiner Lage und Ausbildung noch bei keinem andern Rotator bekannt.

Dieser Apparat liegt, wie der Sagittalschnitt Fig. 14*a* (*v St*, Taf. XII) zeigt, der Bauchseite sehr genähert und präsentiert sich als ein nach vorn verjüngter und dort quer abgeschnittener Höcker, dessen Ventralfläche etwas steiler abfällt als die dorsale. Die Stirnhöcker springen ungefähr 4 μ über das Niveau des Räderorgans hervor und haben eine vordere dorsoventrale Ausdehnung von 7 μ. Ihre Außenseite ist besetzt mit einer Anzahl recht kräftiger, besonders an ihrer Basis stark verdickter Cilien (Fig. 14*b*), die einen bedeutend größeren Durchmesser aufweisen, als die gewöhnlichen Wimpern, aus denen sie vielleicht durch Verschmelzung hervorgegangen sein mögen. Allerdings sind die Cilien nur als homogene Züge zu erblicken, und auch die großen an ihrem Grunde befindlichen Basalkörner, die aber leicht durch einen Konflux mehrerer kleiner entstanden sein können, stimmen in ihrer Zahl mit den Borsten überein. Es schien als ob jeder Wimper nur eine Wimperwurzel, die nicht dicker ist als die der feineren Cilien, entspräche, was sich aber leider nicht endgültig feststellen ließ. Gerade dieses Moment wäre meines Erachtens ausschlaggebend bei der Entscheidung, ob die Borsten als Einzelgebilde oder als Verschmelzungsprodukte aufzufassen seien. Die Wimperwurzeln werden umschlossen von einem dunkleren, homogenen, in eine linke und rechte Partie geteilten Gewebe, das große Ähnlichkeit mit der gewöhnlichen Räderapparatmatrix (*M*) besitzt. Da die starken Cilien nur über seine Ausdehnung verbreitet sind, so ist anzunehmen, daß die beiden dunkeln Bereiche vor allem zur Produktion der Borsten dienen. Der rechte verjüngt sich nach hinten stielartig und durchzieht die ganze Höhe des Stirnhöckers, dessen hintere Grenze der linke Komplex nicht erreicht. Dieser bedeckt teilweise einen großen Nucleus, der mit einem gewöhnlichen Matrixkern keinerlei Ähnlichkeit hat. Die noch übrige Partie des Stirnhöckers ist ziemlich hell und schwach netzig strukturiert. In Fig. 14*c* wurde das gleiche Organ von einer andern Schnittserie wiedergegeben, das sich nur wenig von dem eben geschilderten unterscheidet. Der Kern ist kleiner und liegt zwischen den beiden dunklen Zonen eingeschlossen, die die ganze Höhe des Stirnhöckers durchsetzen. Diese unbedeutenden Abweichungen können zwanglos durch die etwas verschiedene Schnittrichtung erklärt werden. Wenn auch der Nachweis von Nerven nicht geglückt ist, so wird doch an der sensoriellen

Natur der ventralen Stirnhöcker, die auf Totalpräparaten nie besonders auffallen, kaum zu zweifeln sein.

Vielleicht am besten als sensible Nervenzelle zu bezeichnen ist eine mediane, langgestreckte Zelle (Fig. 3,3 Z_1), deren Seiten von der Matrix (*M*) des Räderorgans bedeckt werden. Die mittlere Partie der Zelle bleibt aber frei davon, und so steht sie in direkter Berührung mit der Außenwelt. Ich habe auf diesen Punkt besonders geachtet und mich in mehreren Serien davon überzeugen können, daß ihre Mitte von keinerlei Gewebe überdacht wird, wenn man ein völlig ausgestrecktes Tier vor sich hat. Die Zelle selbst, die auf ihrer Ventralseite von einem Muskelbündel begleitet wird, zieht sich links und rechts in einen Fortsatz aus und birgt zwei Kerne, was ich bei nervösen Elementen im ganzen nur zweimal beobachtet habe.

Ein Sinnesorgan, dessen perzipierender Teil aber nur aus einer Zelle besteht, repräsentiert ein ganz vorn im Räderapparat in seiner Medianlinie gelegenes Gebilde (Taf. XI, Fig. 8,2 *So*). Dort ist die Matrix (*M*) des Räderorgans eine Strecke weit unterbrochen, und ihre zugespitzten Enden werden durch einen gleichmäßig dicken Streifen eines hellen, zarten, cilienfreien und fast homogenen Gewebes, das auf dem vorhergehenden Schnitt (Fig. 8,1 *So*) einen etwas größeren Komplex ausmacht, verbunden. Dicht unter diesem Streifen liegt eine in zwei seitliche Fortsätze sich verlängernde Ganglienzelle (Z_1) ausgespannt, die im engsten Kontakt mit dem Gehirn (*Ce*) steht. Sie ist, ebenso wie die vorher beschriebene sensible Nervenzelle, mit zwei Kernen ausgestattet, und ich dachte schon daran, ob es sich nicht vielleicht um ein und dieselbe handeln könnte.

Ein deutlich aus mehreren Zellen bestehendes Sinnesorgan, das bei den Rotiferen ganz allgemein verbreitet ist — es scheint nur der Gattung *Conochilus* zu fehlen —, stellt der Dorsaltaster (Nackentaster, Dorsaltentakel, Borstengrube) dar. Seine Anwesenheit wurde schon von Ehrenberg (14, S. 386) bemerkt, der ihn als »Respirationsröhre« ansprach, durch die dem, nach seiner Ansicht mit Kiemen ausgestatteten, Räderticrorganismus Wasser zugeführt werden sollte. Wie schon der Name sagt, ist der Rückentaster auf der Dorsalseite gelegen, und zwar in der überwiegenden Anzahl der Fälle kurz hinter dem Gehirn, von dem er direkt innerviert wird. Wird auch das Gebilde durch diesen Zusammenhang mit dem Ganglion unzweifelhaft als Sinnesorgan dokumentiert, so ist man doch trotz seiner Bezeichnung als Taster über seine eigentliche Funktion noch nicht ganz im klaren. Sein Bau scheint etwas komplizierter zu sein als es bisherige

Darstellungen vermuten lassen und darf in mehr als einer Hinsicht einiges Interesse beanspruchen. Ich werde deshalb diesen Komplex etwas ausführlicher behandeln und seine Zusammensetzung an Hand von Sagittalschnitten klar zu machen versuchen. Hierzu ist zu bemerken, daß die Fig. 15,1, 15,1*A* und 15,2 (Taf. XII) nicht drei, sondern nur zwei aufeinander folgenden Schnitten entsprechen, und zwar repräsentiert Fig. 15,1 die hohe, Fig. 15,1*A* die normale Einstellung eines Schnittes. Elemente von dieser Kleinheit geben sich dem beobachtenden Auge natürlich nicht kampflos preis, und wenn ich doch mit einigen Details aufwarten kann, so verdanke ich dies hauptsächlich der Verwendung von Apochromat-Immersionen, mit deren Hilfe die diesbezüglichen Abbildungen verfertigt worden sind. Letztere wurden der besseren Übersicht wegen so orientiert, daß sie ihre Dorsalseite nach oben kehren.

Der Taster ist bei *Eosphora*, wie bei den meisten andern Formen, unpaar und liegt in der Medianlinie, ungefähr 30 μ hinter dem Gehirn. Dort befindet sich, was unschwer schon auf Totalpräparaten (Taf. IX, Fig. 1 *dT*) sichtbar wird, in der Cuticula eine kleine kreisrunde Öffnung mit wallartig aufgeworfenem Rand, der weniger durch eine Verdickung der Cuticula hervorgerufen wird, als durch ihren Umschlag. Bei Seitenansicht (Fig. 2 *dT*) und auf dem Längsschnitt (Taf. XII, Fig. 15,1, 15,1*A* und 15,2) imponiert diese Unterbrechung der Körperbedeckung (*Kcu*) als eine kurze, etwas konische Röhre, die auch nach der Leibeshöhle zu zapfenförmig vorspringt und deren Wandung sich von innen nach außen verjüngt. Die Öffnung wird verschlossen durch einen die Basis einer Mulde bildenden, sehr dunkeln Kontur, der sich mit dem inneren Ende der Cuticularröhre verbindet. Fig. 15,1 (hohe Einstellung) zeigt die Mulde in ihrer ganzen Ausdehnung, Fig. 15,1*A* (normale Einstellung) ihren äußeren Rand und der nächste Schnitt (Fig. 15,2) ein Bild, das ungefähr in der Mitte zwischen den beiden andern steht. Die Mulde wurde also nicht ganz günstig getroffen, denn sonst müßte Fig. 15,1*A* ihre größte Tiefe und Fig. 15,1 und 15,2 ihre randliche Partie aufweisen. Wollte man nur nach den hier wiedergegebenen Abbildungen entscheiden, so könnte man wohl zur Negation einer einheitlichen Vertiefung kommen und vermuten, daß es sich um eine Mulde handelte, die durch einen Sattel (Fig. 15,1*A*) in zwei Teile (Fig. 15,1 und 15,2) zerlegt würde. Daß aber dem nicht so ist, beweisen andre Serien. Die Muldenwand ist also, wie gesagt, sehr dunkel. Sie ist nicht glatt, sondern scheint mit vielen ganz kleinen Höckerchen versehen zu sein. Recht deutlich sind zwei größere, die Basis je eines

Cilienbüschels bildende Körner in der Muldentiefe (Fig. 15,1 und 15,2), die wahrscheinlich als Basalkörner anzusprechen sind. Die Cilienbüschel lassen eine Zusammensetzung aus einzelnen, aber miteinander verklebten Wimpern zur Not noch erkennen. Ob es erlaubt ist, in dem Vorhandensein zweier getrennter Wimperbüschel den Beginn einer Tasterteilung, die bei einigen Formen durchgeführt ist, zu erblicken, dünkt mich sehr fraglich. Es ist doch kaum anzunehmen, daß eine Zweiteilung des Sinnesorgans zuerst und ausschließlich in der Anordnung der Cilien sich ausprägen würde. Bei *Lacinularia socialis*, bei deren, auch mit zwei Wimperbüscheln versehenen, Dorsaltaster sicherlich eine Teilung angebahnt ist, liegen die Verhältnisse doch etwas anders. Dort wird nach Plate (34, S. 6) dieses Sinnesorgan von einer kleinen Papille gebildet, die durch eine mittlere Einkerbung in zwei Kegel gesondert wird, und auf jedem derselben entspringt ein Borstenbüschel. Auch hier wird wohl das Primäre die Teilung der Papille und nicht die der Sinneshaare gewesen sein.

Und nun zu dem wesentlichen Teil des Sinnesorgans, der sich nach innen an die Mulde anschließt. Sein Medianschnitt ergibt folgendes Bild (Fig. 15,1*A*). Der Cuticularöffnung bzw. der Muldenwand ist ein dreigeteilter, rundlicher, etwa $4 : 5\,\mu$ großer Komplex dicht angelagert, dessen Dreiteilung auch an seinem Innenrande sich ausprägt. Er besteht aus einem centralen, mit dem spitzeren Ende nach außen gekehrten, ungefähr birnförmigen Körper, der bis auf seine beiden Pole vollständig in eine kugelige Plasmamasse eingebettet ist. Auf dem Medianschnitt (Fig. 15,1*A*) muß uns selbstredend diese plasmatische Hülle in Form zweier Mondsicheln entgegentreten, die den birnförmigen Körper vorn und hinten (auf der Zeichnung links und rechts) flankieren.

Letzterer ist besonders interessant durch zwei in seiner Mitte und in geringem Abstand voneinander gelegene rundliche Komplexe, die keine Spur von Kernfarbstoffen angenommen haben und auch sonst in nichts an Nuclei erinnern. Ich hege den starken Verdacht, daß sie Statolithen oder Otolithen vorstellen, deren Kalkmasse durch die Behandlung mit Pikrinchromsäure gelöst wurde, so daß nur noch die plasmatische Grundsubstanz restiert. In der Tat sprechen auch andre Momente dafür, daß das birnförmige Organ, dessen Wandung von einer sich mit Orange G dunkel tingierenden homogenen Schicht gebildet wird, einen statischen Apparat repräsentiert. Von der genannten Randschicht nämlich erheben sich nach innen zu radiär gestellte Härchen, die auf ihren Spitzen die beiden mutmaßlichen Statoliten tragen.

Ein Gehörorgan wurde schon von zwei Autoren den Rotatorien zugesprochen. Bartsch (2, S. 333) fand bei *Hydatina senta*, da »wo die zwei Nervenstränge zum Nackentaster — vom Gehirn abgehen —, zwei gestielte Bläschen. — Eine sehr dünne Hülle schließt einen fein granulären Inhalt ein, darin etwa ein halbes Dutzend orangerötliche Kügelchen suspendiert sind.« Ich habe mich vergeblich bemüht, mich von der Richtigkeit dieser Beobachtung zu überzeugen und konnte nichts finden, was die Bartschsche Angabe bestätigen könnte, obwohl ich meine Aufmerksamkeit ganz besonders auf diesen Punkt gerichtet habe. Huxley (26) und Tessin (41) vermuten hinter dem noch näher abzuhandelnden »Kalkbeutel« von *Notommata aurita* eine Otocyste, eine Ansicht, die sicherlich nicht das Richtige trifft.

Die Struktur der kugeligen, das statische Organ umhüllenden Plasmamasse ergibt sich aus den Fig. 15,1*A* und 15,2. Auf letzterer ist der birnförmige Körper selbst nicht mehr getroffen, infolgedessen erscheint der rundliche Plasmakomplex als etwas einheitliches. Seine Struktur stimmt natürlich mit der seiner sichelförmigen Durchschnitte von Fig. 15,1*A* völlig überein, d. h. die Plasmakugel weist im Innern ein feines, unregelmäßiges Netzwerk auf und wird, genau wie der statische Apparat, nach außen von einer dunkeln homogenen Zone abgeschlossen. Die plasmatische Masse birgt vier 1—2 μ große, helle und nicht sehr scharf hervortretende Kerne (Fig. 15,2), die in vollkommener Weise mit den beiden von Fig. 15,1 harmonieren. Diese Figur entspricht, wie gesagt, der hohen Einstellung des durch Fig. 15,1*A* veranschaulichten Schnittes. Der Plasmakörper erscheint hier etwas dichter und dunkler als auf den beiden andern Bildern, auch ist die Randschicht nur recht wenig ausgeprägt, Unterschiede, die ganz leicht auf den flächenhaften Schnitt zurückgeführt werden können.

Da der Wert der beiden schon besprochenen Wimperbüschel (Fig. 15,1, 15,1*A* und 15,2) für einen statischen Apparat nicht recht einzusehen ist, so gehören sie wohl nur der kernhaltigen Plasmamasse an. Diese letztere übernimmt in einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit weniger eine Schutzfunktion für den statischen Apparat, sondern sie hat vielmehr selbst die Bedeutung eines wahrscheinlich zum Tasten dienenden Sinnesorgans, so daß bei *Eosphora* der gesamte »Dorsaltaster« eine Kombination von statischem Organ und Tastapparat darstellen würde.

Für die Innervierung ist hinreichend gesorgt. Die Leitung zweier verschiedener Reize durch einen Nerven wäre allerdings höchst unwahrscheinlich, aber nichts kann gegen die Annahme eingewendet

werden, daß einer der beiden vom Gehirn zu dem Sinnesorgan ziehenden Nerven den statischen, der andre den Tastapparat versorge. Diese 1 μ dicken Nerven (Fig. 15,1 *tn*) entspringen der hinteren dorsalen Ecke des Gehirns, zeigen keinerlei gangliöse Anschwellung, sind hüllenlos und setzen sich unter Dreiteilung (die Gabeläste liegen nicht alle in derselben Ebene) mit dem Sinneskörper in Verbindung. Auf Fig. 15,2 (*tn*) ist nur eine einfache Gabelung eingetragen, weil der dritte Ast auf einen andern Schnitt fällt. Von einer streifigen Struktur der Stränge, die aber keineswegs direkt in Abrede gestellt werden soll, konnte ich mich nicht sicher überzeugen, und deshalb wurden sie homogen gezeichnet. Aber nie und nimmer kommt ihnen eine Struktur zu, wie wir sie bei den aus der Fasersubstanz entspringenden Nerven *n* (Taf. X, Fig. 3,7 und Textfig. 6) kennen gelernt haben. Soviel sich konstatieren läßt, stellt jeder Tasternerv den Fortsatz einer Ganglienzelle dar. Ob die der linken und rechten Seite ganz gleich gebaut ist, kann ich nicht angeben.

Wenn in der Literatur öfters von einer wallartigen Verdickung der Hypodermis in der Gegend des Tasters die Rede ist, so beruht diese Angabe wahrscheinlich überall auf einem Irrtum. Die Hypodermis selbst nämlich verjüngt sich eher etwas nach der Cuticularöffnung zu, wie Fig. 15,1 *A* (*Hy*) zeigt, dagegen findet man zu beiden Seiten des Sinnesorgans zwei ansehnliche, der Hypodermis eng anliegende, aber von ihr scharf getrennte Zellen (*kz*), die sich, abgesehen von der etwas geringeren Größe, in nichts von den Kopfzellen unterscheiden. Sie sind auch auf Totalpräparaten (Fig. 2 *kz*) nachweisbar, und es macht dort tatsächlich den Eindruck, als ob es sich nur um die angeschwollene Hypodermis der Körpercuticula handelte. Gerade hier scheint mir die Bedeutung der Kopfzellen als Polster besonders eklatant zu sein. Sie werden es verhindern, daß das Sinnesorgan bei Kontraktion des Tieres durch Druck Schaden erleidet. Da die beiden Kopfzellen den Sinneskörper etwas überlagern, wurden sie nicht ganz umgrenzt. Sie werden auch bei hoher Einstellung (Fig. 15,1) und auf dem folgenden Schnitt (Fig. 15,2) sichtbar, sind aber dort vernachlässigt worden.

Plate (34, S. 45) berichtet, daß bei *Synchaeta* und *Hydatina* »einige zarte Muskeln« von der Matrix des Räderapparates zum Nackentaster ziehen, was Zelinka (46, S. 407) und Hlava (23, S. 299) anzweifeln. Schon vor Plate teilte Leydig (30, S. 408) von *Hydatina* mit, daß »zwei Fäden — an die unpaare Grube mit dem Borstenbüschel gehen, welche muskulöser Natur sind, ich sah sicher, daß sie

sich zusammenzogen«. Ganz abgesehen von seiner Autorität, scheint mir die Angabe Leydigs und auch die von Plate schon deswegen richtig zu sein, weil auch bei *Eosphora* zwei zweifellose, später noch zu nennende Muskelfäden vom Räderapparat zum Taster gehen, von denen einer (lm_9) auf Fig. 15,1 wiedergegeben ist.

Wir haben uns an dieser Stelle noch mit einem Sinnesorgan zu beschäftigen, das median und ganz vorn im Räderorgan gelegen und manchmal schon auf Totalpräparaten (Fig. 1 *So*) schwach sichtbar ist. Es ist einesteils durch seine Größe, andernteils durch seinen komplizierten Bau, dessen tieferes Studium Apochromatimmersionen erheischt, ausgezeichnet. Eine rechte Vorstellung, wie die einzelnen Teile des Organs zusammenwirken, konnte ich mir nicht machen, und so halte ich es für das beste, die Frontalschnitte hintereinander zu besprechen und mit dem dorsalsten (Taf. XI, Fig. 8,5) zu beginnen.

Dort befindet sich über zwei gewöhnlichen, dem Gehirn (*Ce*) aufsitzenden Kopfzellen (*kz*) ein wohlbegrenzter wurstförmiger Körper (*So*), der der Cuticula dicht angeschmiegt ist. Sein helles, unregelmäßig strukturiertes Plasma läßt bei mittlerer Einstellung nichts von Kernen oder Zellgrenzen erkennen, dagegen gewahrt man beim Senken des Tubus und noch besser auf dem folgenden Schnitt (Fig. 8,6 *So*) in epithelartiger Anordnung eine Anzahl kubischer, im günstigsten Falle 2,75 μ großer Elemente, von denen die seitlichsten nicht mehr ganz scharf umrissen sind. Sie enthalten ein kleines dunkles Korn, das von einer hellen, von radial verlaufenden Strängen durchzogenen Zone umgeben wird, und die Entscheidung, ob es Kerne oder Zellen sind, bringt mich einigermaßen in Verlegenheit. Ich halte mehr fürs erstere, weil mir die dunkeln Granula als Kerne zu unbedeutend erscheinen, und neige daher zu der Ansicht, daß wir es mit einem plasmaarmen Syncytium zu tun haben, dessen Kerne dicht gedrängt beieinander liegen. Seine Trennung von der Außenwelt besorgt eine schmale, wimpernlose Plasmazone ohne cuticularen Abschluß, über deren Randpartie sich jederseits die benachbarte Matrix (*M*) des Räderapparates ein wenig hinüberschiebt.

Das Syncytium gelangt zu einer bedeutend größeren Ausdehnung, als es hier scheinen möchte, denn es begleitet, wovon man sich bei hoher Einstellung des nächsten Schnittes (Fig. 8,7) überzeugen kann, den ganzen vorderen Kontur des im Schnitt doppellanzenförmigen Gebildes *So* — dieses Verhalten wurde aber auf der Zeichnung vernachlässigt, weil seine Berücksichtigung störend gewirkt hätte — und biegt an dessen beiden Enden nach innen um (So_1). An diese

umgebogenen Abschnitte So_1, die keine kubischen, sondern mehr ovale und kleinere Kerne bergen, setzt sich je ein vacuolisierter Strang (So_2) an, und diese beiden Stränge vereinigen sich zu einem netzigen, vier Kerne enthaltenden unpaaren Verbindungsstück (So_3). Vor diesem liegen die nicht mehr getrennt erscheinenden Reste kz_1 der beiden Kopfzellen *kz* von Fig. 8,6, hinter ihm eine riesengroße, zum Teil noch auf dem folgenden Schnitt (Fig. 8,8 *Z*) und vielleicht sogar auch auf Fig. 8,9 (*Z*) nachweisbare Zelle *Z*, die aber höchstwahrscheinlich nicht nervöser, sondern muskulöser Natur ist. An Stelle des Verbindungsstückes (Fig. 8,7 So_3) erscheinen beim Heben des Tubus vier Kerne (Fig. 8,7*A* So_3), die in ihrem Bau denen des Syncytiums entsprechen, ohne jedoch eine plasmatische Umhüllung erkennen zu lassen.

Der schon genannte doppellanzenförmige Komplex (Fig. 8,7 *So*), dessen Enden von der Räderapparatmatrix (*M*) bedeckt werden, hat eine Breite von 50 μ. Er wird von einer dünnen Cuticula umhüllt und besteht aus grobwabigem, hellem Plasma. Eine Cilienbekleidung fehlt im Bereich des Organs, und wenn auf unsrer Figur doch eine solche vorhanden zu sein scheint, so handelt es sich in Wirklichkeit nur um angeschnittene Teile von Cilien der benachbarten Räderapparatmatrix.

Auf dem nächsten Schnitt (Fig. 8,8) liegt innerhalb des zweispitzigen Komplexes *So* eine dunkle, engmaschige und nach den Seiten hin sich verbreiternde Gewebspartie (So_1), die an ihren Enden von zwei 2,5 μ großen, hellen Kernen bedeckt wird. Sie durchmißt nicht das ganze Organ (*So*) und hat in ihrer gesamten Ausdehnung kurze, aus Wimpern ableitbare Stäbchen erzeugt, die nur wenig über die Oberfläche hervorragen (s. besonders Fig. 8,9) und sich nach innen in eine Wimperwurzel fortsetzen (Fig. 8,8). In den Verlauf eines jeden Stäbchens sind zwei kleine dunkle Körner eingeschaltet, von denen eines der das Sinnesorgan *So* abgrenzenden Cuticula aufsitzt, während das andre sich am vorderen Rande der Stäbchenmatrix So_1 befindet. Die Stäbchen liegen etwas weiter voneinander entfernt als die gewöhnlichen Cilien, deren Basis auch nicht so stark ist, wie die freien Enden der Stäbchen, die ich als Sinneshärchen ansprechen möchte, wie das ganze Organ als Sinnesorgan. Unterhalb des letzteren und in einigem Abstand von ihm befindet sich eine Ganglienzelle (Fig. 8,8 *Gz*), zu deren Leib vielleicht noch die helle, dem Sinnesorgan eng angeschmiegte Plasmapartie *x* des nächsten Schnittes (Fig. 8,9) gehört, an die sich zwei fast homogene Stränge (x_1) ansetzen. Mit diesen nicht identisch sind zwei netzige, ziemlich helle Gewebszüge (Fig. 8,8 *y*), von denen der rechte sich bis zu dem Sinnesorgan verfolgen läßt und die mit

zwei eigentümlichen, nicht näher beschreibbaren Balken (y_1) in Berührung stehen Der letzte Schnitt (Fig. 8,9) zeigt im wesentlichen dasselbe wie Fig. 8,8, nur daß die beiden seitlichen, lanzenförmig gestalteten Abschnitte *So* des Sinnesorgans etwas höher liegen und deshalb von dem Mittelstück, das zwei Kerne enthält, abgesetzt erscheinen.

Da es mir trotz intensiver Bemühungen unmöglich war, alle Elemente dieses Sinnesorgans zu deuten und in ihren gegenseitigen Beziehungen zu erkennen, mußte ich mich mit einer detaillierten Schilderung des Beobachteten begnügen.

Als Sinnesorgane ohne nachweisbaren zelligen Charakter sollen zunächst die beiden kleinen Papillen (Fig. 1 *P*) angeführt werden, die nur wenig über das Niveau des Räderapparates sich erheben und mit je einem Büschel Haaren ausgestattet sind. Ich habe sie auch auf Schnitten getroffen, ohne aber tiefer in ihre Struktur eindringen zu können.

Bedeutend interessanter ist ein paariges Sinnesorgan, das ebenfalls ziemlich weit vorn gelegen und an der seitlichsten Stelle der linken Hälfte von Fig. 3,3 (Taf. IX, *So*) getroffen ist. Es ist wohl auch auf der entsprechenden rechten Seite des folgenden Schnittes (Fig. 3,4 *So*) angedeutet, aber hier in seinen Einzelheiten nicht erkennbar. Seine geringe Ausdehnung ließ eine stark vergrößerte Separatzeichnung (Textfig. 7) erwünscht erscheinen.

Textfig. 7.
Ein im Räderorgan gelegenes Sinnesorgan. Stark vergr.

Das Organ besitzt einen ovalen bis spindelförmigen Umriß und ist nach innen und lateral derb und solide abgegrenzt, während der Abschluß nach außen hin durch einen gewölbten Streifen lichten und zarten Gewebes besorgt wird, das von der angrenzenden gewöhnlichen Räderapparatmatrix (*M*) unterschieden ist. Ob auch ersteres wirklich Cilien hervorgebracht hat, wie es die Zeichnung annimmt, muß dahingestellt bleiben. Es ist möglich, daß sie von der tiefer liegenden gewöhnlichen Matrix herstammen. Das helle, 10 : 6 μ große Kästchen birgt ungefähr ein Dutzend feiner Fäden. Jedes dieser Fädchen, die die äußere Begrenzung nicht erreichen, ist an seinem freien Ende mit einem kleinen, knopfartigen Endapparat versehen. Nach innen setzen sich die Fäden über den umschriebenen Kasten hinaus fort und verbinden sich alle unter Bildung eines Punktes mit einem dünnen

Strang (*n*), den ich deshalb für nervös halte. Dieser Nerv verbreitert sich also besenreisartig. Nicht jedem Endapparat entspricht eine Faser, die sich so weit verfolgen ließe, sondern einige der Fäden verzweigen sich bald nach ihrem Eintritt in das Kästchen. Wenig über dessen innerer Begrenzung liegt noch eine dieser parallel verlaufende Faser, die die übrigen miteinander zu verbinden scheint. Es handelt sich also um ein allseitig geschlossenes Sinnesorgan, über dessen Funktion sich nichts Sicheres eruieren ließ. Vielleicht dient es zur Untersuchung von Flüssigkeiten.

Schließlich erwähne ich hier noch zwei in ihrer Bedeutung nicht genauer erkannte Strukturen, die bei weiterer Forschung sich vielleicht als mit Sinnesorganen in Beziehung stehende Bildungen ergeben werden. Die eine wird von den in den Fig. 3,1 und 3,2 (Taf. IX) mit x_1 bezeichneten Komplexen, die möglicherweise mit dem eben besprochenen Sinnesorgan zusammenhängen, dargestellt. Die andre repräsentiert ein kleines, in der ventralen Medianlinie gelegenes dunkel gefärbtes Stäbchen (Taf. X, Fig. 4,2*x*), das der sehr dünnen und in der Zeichnung vernachlässigten Hypodermis aufsitzt. Von dieser ziehen zwei feine Fäden zum basalen Abschnitt des Stabes, dessen dorsales Ende **V**-förmig eingeschnitten ist. In dieser Einkerbung lagert ein kleines, helles, seinen Träger etwas überragendes Bläschen.

Die paarigen lateralen Taster (Fig. 2 *lT*) sind weit nach hinten verschoben. Mit ihrem Bau habe ich mich nicht näher beschäftigt und kann auch über den Verlauf der sie versorgenden Nerven nichts Sicheres sagen, doch trifft Plates (34, S. 94) generelle Ansicht, nach der diese Tasternerven bei den Rotatorien überhaupt nicht direkt mit dem Gehirn verbunden sind, höchstens in einigen wenigen Fällen zu. Plate konnte sie immer nur bis zur vorderen Aufknäuelung des Wassergefäßsystems verfolgen und denkt sich ihre Endigung so, daß sie »jene verschlungene Partie des Excretionsorgans innervieren oder sich an der Haut ausbreiten«, zwei Hypothesen, die auch nicht die allergeringste Wahrscheinlichkeit für sich haben. Er sagt dann, daß »möglicherweise — sich auch im Kopfe ein Nervenplexus« findet, »der von den Ausläufern der Gehirnnerven gebildet wird, und mit dem sich die lateralen Stämme verbinden«. Diese Vermutung ist schon etwas sinnfälliger, und in der Tat hat Zelinka (45, S. 380) einen ähnlichen Zusammenhang zwischen Nerven (nicht Tasternerven!) und Centralorgan bei *Discopus synaptae* feststellen können, wo die nach hinten ziehenden Längsnerven nur durch Vermittlung von in der Nähe des Gehirns gelegenen Nervenzellen, sog. »periencephalischen

Ganglienzellen«, mit ihm in Zusammenhang stehen. Es können demnach in manchen Fällen ganz gut auch die Nerven der lateralen Taster in einer derartigen Weise mit dem Gehirn in Konnex stehen, doch glaube ich, daß ihre Verbindung mit dem Ganglion meist eine direkte, also ohne Zwischenschaltung von Zellen, sein wird, sei es nun, daß sie isoliert das Gehirn erreichen, sei es, daß sie kurz vorher mit einem andern Längsnerven sich vereinigen. Hierfür sprechen auch die Angaben in der neueren Literatur, von denen einige zitiert werden sollen.

Sowohl Hlava (23, S. 300), der die Tasternerven von *Conochiloides* mit dem zuerst von Zelinka bei *Callidina symbiotica* (45, S. 472), *Discopus* (46, S. 385) und bei *Callidina russeola* (47, S. 13) gefundenen Nervus ventralis mit vollem Recht homologisiert, fand einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Gehirn, als auch Daday (10) bei *Pedalion*. Von der Richtigkeit dessen Angabe konnte sich Levander (28, S. 26) nicht direkt überzeugen; er betont aber nach einem Hinweis auf Plates Meinung, daß die Richtung der Tasternerven, soweit er sie verfolgen konnte, »keineswegs mit der Ansicht Dadays unvereinbar« erschien. Ferner sind hier noch zu nennen Gast (16, S. 190; *Apsilus*), Hamburger (21, S. 629; *Lacinularia* ♂), Masius (32, S. 669; *Asplanchna*), Montgomery (33, S. 372: *Apsilus*; S. 379: *Stephanoceros* und S. 387: *Floscularia*) und Wierzejski (44, S. 708; *Atrochus*).

Es ist gewiß oft sehr schwierig, ja sogar manchmal unmöglich, diese Nerven in ihrem vorderen Abschnitt zu verfolgen. Bei *Eosphora* z. B. scheinen sie, wie bei zahlreichen andern Arten, der Unterseite des Gehirns zu entspringen und zuerst schräg ventralwärts, dann nach hinten zu verlaufen. Die Aussichten sind also ganz schlecht, die an den Seitenwänden des von so vielerlei Elementen umrahmten Mastax aufsteigenden Nerven und ihre ventrale Verbindung mit dem nur schwer sichtbaren Ganglion beobachten zu können.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Sinnesempfindungen werden bei *Eosphora* durch Sinneszellen, sensible Nervenzellen und Sinnesorgane wahrgenommen.

Zu den Sinneszellen gehören solche,

1) die außerhalb und in einiger Entfernung von der Körperoberfläche sich befinden und mit ihr durch Forsätze in Verbindung stehen;

2) die der Körperoberfläche mit ihrer Basis von außen dicht ansitzen;

3) die in den Zellverband der Räderapparatmatrix eingeschaltet sind; ihr Zellleib kann die Cuticula etwas überragen.

Die einzige zur Beobachtung gelangte sensible Nervenzelle ist zweikernig; ihre mittlere Partie steht in unmittelbarer Berührung mit der Außenwelt.

An Sinnesorganen besitzt *Eosphora*

1) ein unpaares, dessen perzipierender Apparat nur aus einer zweikernigen Zelle besteht;

2) solche, die deutlich aus einem Zellkomplex bestehen (hierzu gehört u. a. der Rückentaster, der ein kombiniertes Sinnesorgan darstellt);

3) solche, deren zelliger Charakter am ausgebildeten Tiere nicht mehr nachweisbar ist.

VII. Retrocerebraler Apparat.

Schon seit langem kennt man bei verschiedenen Rädertieren ein nackenständiges Gebilde, dessen Natur und Beziehungen zum Gehirn meist arg mißverstanden wurden. Es sind jene beutelförmigen Organe gemeint, wie z. B. *Notommata aurita* eines besitzt, das Ehrenberg (14) als »Kalkbeutel« bezeichnet hat. Beauchamp (3, 5, 6) hat sich zum erstenmal eingehender und vergleichend mit diesen Bildungen beschäftigt, was durch die Beobachtung ermöglicht wurde, daß der Inhalt dieser sonst oft kaum auffallenden Beutel — er nennt sie »sac rétrocérébral«, doch wäre es vielleicht besser, anstatt »Sack«, »Drüse« zu sagen — sich vital mit Neutralrot färbt. Dieser Umstand befähigte ihn, jenen Sack bei vielen ganz heterogenen Species nachzuweisen, bei denen man von dessen Vorhandensein bisher nichts wußte. Ich halte es für zweckmäßig, die nach Einwirkung einer stark verdünnten Neutralrotlösung angestellten Lebenduntersuchungen getrennt von den Resultaten zu besprechen, die Schnitte ergaben. Zuvörderst die ersteren.

Der ungefähr birnförmige, in seiner Größe schwankende retrocerebrale Sack (Fig. 1 *rS*), in dessen Bereich meist die Öffnung des Rückentasters (*dT*) fällt, liegt hinter dem Gehirn (*Ce*) und geht nach vorn allmählich in einen ausführenden Kanal (*ArS*) über, der dorsal in der Medianlinie des Ganglions verläuft. Bevor er dessen Vorderende erreicht hat, gabelt er sich in zwei Äste, die sich etwas ventralwärts senken und in je nach der Bewegung des Tieres verschiedenen Winkeln und Windungen nach vorn und seitlich ziehen, um dicht neben den dorsalen Stirnhöckern (*dSt*) zu münden. Hiermit setze ich mich in Widerspruch mit Beauchamp (3, S. CCXXVII), nach dessen

Angabe die Gabeläste nahe den Stirnhöckern umbiegen und in der Mittellinie sich öffnen. Das Organ wird in seiner ganzen Ausdehnung von einer nicht gerade feinen und recht resistenten Membran umhüllt.

Von der inneren Struktur ist nicht gar viel zu sehen. Das Hinterende des Sackes ist mit unregelmäßigen Vacuolen ausgestattet, die nach vorn immer undeutlicher werden und schließlich ganz zu verschwinden scheinen. Das sich mit Neutralrot tingierende Secret dieser unzweifelhaften Drüse, von dem an ungefärbten Tieren absolut nichts wahrzunehmen ist, besteht aus kleinen Körnchen, an denen sich zumeist eine größere gefärbte Peripherie von einem kleinen hellen Centrum unterscheiden läßt. Diese Granula befinden sich, besonders in den Ausführgängen, aus denen sie öfters in den Sack wieder zurückfließen, in einer fast ununterbrochenen gleitenden oder schleifenden Bewegung. Letztere setzt einerseits eine, allerdings nie einwandfrei konstatierte, Muskulatur voraus, wird vielleicht auch anderseits durch die Ruhelosigkeit des Objekts etwas gefördert. Dieser ständige Wechsel des Kontraktionszustandes des ganzen Tieres ist natürlich einer ruhigen Beobachtung sehr ungünstig, und diesem Moment ist es zuzuschreiben, daß die sicher stattfindende Ausstoßung des Secrets nicht beobachtet werden konnte.

Bevor wir uns nun dem Schnittstudium zuwenden, wollen wir noch ein eigenartiges Organ erwähnen, dessen wahre Natur zuerst gleichfalls von Beauchamp (6) erkannt und von ihm »glande subcérébrale« benannt wurde. Sie und den retrocerebralen Sack, welch beide immer vereint vorzukommen scheinen, faßt er unter der Bezeichnung »appareil rétro-cérébral« zusammen. Es handelt sich also ebenfalls um eine Drüse, von der auf Totalpräparaten in der Regel nur wenig oder gar nichts zu sehen ist. Bei *Eosphora* liegen die Verhältnisse insofern günstig, als die Hauptmasse der subcerebralen Drüse (Fig. 1 *sD*) — von Beauchamp (3) ursprünglich als »vésicules latérales« bezeichnet — dem Auge ohne weiteres zugänglich ist. Sie liegt, umgeben mit einer Membran, ebenso wie bei *Euchlanis* und *Notommata*, dem Hinterrande des Gehirns (*Ce*) dicht an — deshalb erscheint mir die Bezeichnung »subcérébrale« nicht ganz zutreffend —, wird von dem retrocerebralen Sack (*rS*) zum Teil überlagert und besteht aus zwei seitlichen, kugeligen Massen, die durch ein kurzes und schmäleres Zwischenstück miteinander verbunden sind, so daß ungefähr das Bild einer Hantel entsteht.

Bei oberflächlichem Studium imponiert der retrocerebrale Apparat als einheitliches, aber hinten dreigeteiltes Ganzes, und daher kommt es,

daß man in der Literatur öfters von einem dreilappigen Gehirn lesen kann, von dem manchmal auch noch ein nervöses Band — in Wirklichkeit ist es der Ausführgang des retrocerebralen Sackes — zum Räderorgan ziehen soll. In allen Fällen, in denen von einem dreilappigen Gehirn die Rede ist, ist sicher ein retrocerebraler Apparat vorhanden.

Das Schnittstudium begegnet keinen größeren Schwierigkeiten. Vollends einfach ist die Verfolgung der subcerebralen Drüse, und zwar dank der starken Färbbarkeit ihres Secrets. Beauchamp (6, S. 249) bezeichnet speziell das Lichtgrün als einen geeigneten Farbstoff, nach meinen Erfahrungen liefern aber auch Karmin- und besonders Hämatoxylinfarben vorzügliche Resultate, indem sie die Drüse intensiv blau färben. Die Stärke der Tinktion richtet sich natürlich nach dem jeweiligen Secretionszustand; ferner dürfen Tiere, sollen gute Erfolge erzielt werden, vor dem Schneiden nicht zu lange in Alkohol gelegen haben.

Der frontal geführte Schnitt (Taf. XI, Fig. 8,1) zeigt anschließend an den unpaaren Ausführgang (*ArS*) den retrocerebralen Sack (*rS*), der zwischen den seitlichen Vorwölbungen der subcerebralen Drüse (*sD*) eingebettet ist und diese um ein Ende nach hinten überragt. Weiter ventral (Fig. 8,2) stoßen wir auf die Hauptausdehnung der subcerebralen Drüse (*sD*). Sie ist aufs innigste mit dem Hinterende des Gehirns (*Ce*) verbunden, von ihm aber durch eine derbe und dunkle Membran getrennt. Ebenso wie der retrocerebrale Sack setzt sich auch diese Drüse nach vorn in einen auf Totalpräparaten nicht erkennbaren Ductus (*AsD*) fort, der sich noch innerhalb des Gehirns in zwei Äste teilt. Diese Gabeläste wenden sich nach vorn und lateral (Fig. 8,3 *AsD*), biegen kurz hinter dem Vorderende des Tieres um (Fig. 8,4 *AsD*) und durchbrechen mit einer feinen Spitze, einander stark genähert, die Cuticula. Genau über ihren Mündungsstellen befindet sich je ein kleines, helles Dreieck, so orientiert, als ob es die Mündung verschließen wolle. Die Membran der subcerebralen Drüse umkleidet, entgegen der Ansicht Beauchamps (6, S. 249), auch den ganzen Ausführweg, was ja auch zum mindesten für die Strecke, über die das Secret frei durch die Leibeshöhle geleitet wird, postuliert werden muß. Wenn nun in vielen Fällen diese einhüllende Haut nicht deutlich sichtbar ist, so rührt dies lediglich von der großen Affinität des Secrets zu den Farbstoffen her.

Daß auf Fig. 8,2 und 8,3 der Ausführgang und die mittlere Partie der Drüse (*sD*) stärker tingiert ist als ihre Seitenteile, hängt wohl sicherlich mit einer dichteren Anhäufung des Secrets in der Gegend des

Ductus zusammen. Wenn auch die Grenze zwischen der helleren und der dunkleren Zone recht scharf ist, und die beiden gezeichneten Kerne (Fig. 8,2 *sD*) die mediansten sind, so erlauben die histologischen Querschnittbilder doch nicht, das dunkle Zwischenstück als ein von Drüsengewebe entblößtes Sammelbecken aufzufassen. Der Ausführgang der subcerebralen Drüse beschreibt einen kleinen Bogen (Fig. 11 *AsD*) und macht nur sehr selten eine so starke Krümmung, wie sie Fig. 10 (*AsD*) zeigt. Das Mittelstück (*sD*) der subcerebralen Drüse, aus dem der Ausführgang entspringt, ist median getroffen (Fig. 11) birnförmig, während sich ihre lateralen Teile auf dem Sagittalschnitt (Fig. 12 *sD*) halbkreisförmig gestalten. Die beiden Ausführgänge des retrocerebralen Apparates (Fig. 10 *AsD* und *ArS*) liegen dicht übereinander und sind in das Gehirn etwas eingelassen. Das werden uns die Querschnitte, zu denen wir jetzt übergehen wollen, noch klarer vor Augen führen.

Einen wohlgelungenen Schnitt von hantelförmiger Gestalt durch die subcerebrale Drüse (*sD*) bietet Fig. 3,10 (Taf. X) dar. Das Plasma ist auf die dünnen Vacuolenwände reduziert, die verschieden gestaltete, meist polygonale Räume von differenter Größe umschließen. Wenn einige stärker ausgebildete Vacuolenwände sich zu Linien zusammenfinden, können eigentümliche Figuren zustande kommen. Zwei ziemlich schmale, in sich selbst zurückkehrende und stark gefärbte Zonen verlaufen parallel zur Peripherie der linken und rechten Drüsenmasse und trennen diese von ihrem ebenfalls vacuolisierten Verbindungsstück ab. Den Zwischenraum zwischen der Peripherie und der dunklen Zone füllt eine Vacuolenreihe aus. Über die Drüse zerstreut liegen kleine, stark gefärbte Granula, die man entweder als Chromidien oder besonders kondensierte Secrettröpfchen ansprechen kann. Daß sie sich fast ausschließlich in den Vacuolenwänden finden, spricht mehr für das erstere.

Die Nuclei sind richtige Drüsenkerne, doch tritt eine eigenartige Anordnung der chromatischen Elemente so oft auf, sowohl in der subcerebralen Drüse, als auch im retrocerebralen Sack, daß ich sie fast als typisch für die Kerne des retrocerebralen Apparates bezeichnen möchte. Ähnliches sah ich nur noch in den beiden Kopfzellen kz_1 von Fig. 3,3 (Taf. IX). Der ansehnliche Nucleolus liegt stets exzentrisch (Taf. X, Fig. 3,10 und 3,11 *sD*), fast oder ganz an der Kernwand. Die übrige, fein zerteilte chromatische Substanz ist nun so angeordnet, daß zwischen ihr und der freien Peripherie des Kernkörpers ein kleiner, scharf umschriebener heller Hof bleibt. Die Sechszahl der Kerne in

der subcerebralen Drüse scheint konstant zu sein, drei liegen links und drei rechts, von denen einer auf diesem Präparat schlecht erhalten ist. Auf Fig. 3,9 vollzieht sich der Übergang der subcerebralen Drüse (*sD*) in ihren Ausführgang (Fig. 3,8—3,6 *AsD*).

Im Gegensatz zur subcerebralen Drüse sind Schnitte durch den retrocerebralen Sack sehr hell (Fig. 3,12 *rS*). Das spärliche Plasma — auf Fig. 6 (Taf. X) ist es etwas reichlicher — durchzieht in feinen Strängen die Drüse, so daß ein unregelmäßiges und grobes Netzwerk resultiert, nur der Wandbelag ist etwas dichter. Die im hinteren Teil des Sackes gelegenen Kerne entsprechen fast gänzlich denen der subcerebralen Drüse, so daß weitere Worte darüber unnötig sind. Von größeren Secretmassen war auf Schnitten niemals etwas zu sehen, doch möchte ich annehmen, daß die dunkeln Granula in ihrer Mehrzahl keine chromidialen Elemente, sondern Secretreste darstellen. Sie befinden sich nicht nur in dem sackförmigen Abschnitt (Fig. 3,12—3,10 *rS*) der Drüse, der zum Teil etwas kollabiert ist, sondern auch in ihrem, manchmal ebenfalls eingefallenen, Ausführgang (Fig. 3,9—3,6 *ArS*), oder richtiger, in ihrer nach vorn gerichteten schlauchförmigen Verlängerung. Man hat es nämlich nicht immer mit einem hohlen, nur der Secretbeförderung dienenden Kanal zu tun, sondern mit einem Schlauch, der oft von Plasmafäden — in vielen Serien sind sie noch bedeutend ausgeprägter als in der wiedergegebenen — durchzogen wird und dem wir auch eine secretorische Fähigkeit beilegen müssen. Diese wird sicherlich viel geringer sein als in der hinteren Drüsenpartie, und wahrscheinlich liegen die Verhältnisse bei der subcerebralen Drüse ganz ähnlich.

Eine Erklärung für die immerhin nicht langsame Bewegung geformter Secrete, wie wir sie im Ausführgang des retrocerebralen Sackes nach Neutralroteinwirkung antreffen, in einem expleten Gang begegnet fast unüberwindlichen Schwierigkeiten. Es sollen bei *Euchlanis* einige Bemerkungen über die Natur des Secrets und seinen Ausstoßungsmechanismus gemacht werden, so daß diese beiden Punkte hier um so eher übergangen werden können, als es sich zum Teil um nicht viel mehr als Vermutungen handelt.

Die Lagebeziehung der Ausführgänge des retrocerebralen Apparates zum Gehirn geht aus den Schnitten ohne weiteres hervor. Der Kanal der subcerebralen Drüse ist ganz in die dorsale Medianebene des Gehirns (*Ce*) eingelassen (z. B. Fig. 3,7 *AsD*, Taf. X). Dicht über ersterem liegt die das Ganglion etwas überragende Verlängerung des retrocerebralen Sackes (*ArS*), die auf dem vorhergehenden Schnitt (Fig. 3,6 *ArS*) vom Cerebrum gänzlich umschlossen wird. Der Nucleus Nr. 1, der

auf dieser Figur den Gang etwas verdeckt, liegt in einer andern Ebene und ist ein Ganglienkern. Fig. 3,5 (Taf. IX) zeigt beider Drüsen Gabeläste (*AsD* und *ArS*), die sich nun noch tiefer ins Cerebrum eingesenkt haben. Die Ausführgänge des retrocerebralen Sackes lassen sich auf Schnitten nicht mehr gut weiter verfolgen. Zwar wurden auch noch auf Fig. 3,4 zwei Gebilde mit *ArS* bezeichnet, es muß jedoch dahingestellt bleiben, ob sie wirklich die Gabeläste des retrocerebralen Sackes sind. Dagegen können wir die Ausführgänge der subcerebralen Drüse dank ihrer starken Färbbarkeit tadellos deutlich sehen (Fig. 3,4 *AsD*). Auf Fig. 3,3 (*AsD*) haben sie das Gehirn verlassen, schlagen sich nach median um und münden auf Fig. 3,2 (*AsD*) nahe der Mittellinie und nicht ganz dorsal.

Im Gehirn (Fig. 3,5—3,9) und teilweise auch hinter dem Gehirn (Fig. 3,10) liegen also die Elemente des retrocerebralen Sackes über denen der subcerebralen Drüse, während noch weiter rückwärts (Fig. 3,11) der retrocerebrale Sack zwischen den beiden Hälften der subcerebralen Drüse sich befindet und schließlich (Fig. 3,12) nur noch allein getroffen wird. Die subcerebrale Drüse hat eine größte seitliche Ausdehnung von 37 μ, eine dorsoventrale von 14 μ und eine Länge von 10 μ. Die entsprechenden Maße des retrocerebralen Sackes sind 20, 17 und, bis zum hinteren Rande des Gehirns gemessen, 22 μ, doch sind all diese Größenverhältnisse nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen.

Über der Bedeutung beider Drüsen lastet noch tiefste Dunkelheit. Der Entdecker der glande subcérébrale, Beauchamp, hat sich jeder Äußerung über ihre Funktion enthalten, während er das Secret des retrocerebralen Sackes als ein Excretionsprodukt betrachtet (15, S. 963). Bei *Notommata* und ihr verwandten Arten scheint ihm das Organ wegen seiner innigen Beziehungen zum Gehirn und Auge, welch letztere noch erörtert werden sollen, sekundär eine Sinnesrolle übernommen zu haben. Auch Tessin (41, S. 142) ist bei *Notommata aurita* von den nahen Relationen zwischen dem Beutel und Auge überzeugt und vermutet eine Kombination zweier Sinnesorgane, eines Gehör- und eines Sehorgans. Desgleichen sucht Huxley (26) hinter dem »Kalkbeutel« eine Otocyste, und Stein (38) spricht ihn als Giftdrüse an. Ich selbst weiß auch keine sinnfällige Erklärung, und wenn ich es nicht für ganz ausgeschlossen halte, daß das im vordersten Teil der Gabeläste befindliche Secret anlockend auf Beutetiere wirkt, so füge ich damit den vorhandenen Hypothesen nur eine weitere zu.

Zum Schluß sei noch die Bemerkung gestattet, daß meine Untersuchungen über den retrocerebralen Apparat fast vollkommen abge-

schlossen waren, als mir die diesbezüglichen Beauchampschen Arbeiten in die Hände fielen. Ich verdanke diesem Autor lediglich das Rezept zu der, allerdings nicht unwichtigen, Vitalfärbung.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Der retrocerebrale Apparat besteht aus zwei Drüsen, die hinter dem Gehirn liegen und durch je einen sich schließlich gabelnden Ausführgang am vorderen Ende des Tieres nicht ganz dorsal münden. Sie werden in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Membran umgeben, so daß nirgends eine direkte Verbindung mit dem Ganglion besteht.

Die eine der beiden Drüsen ist der birnförmige retrocerebrale Sack. Er ist hell, das spärliche Plasma bildet unregelmäßige Vacuolen und findet sich nicht nur in dem hinteren, beutelartig erweiterten Teil — dem Hauptproduktionsort des Secrets — der Drüse, sondern auch in ihrer nach vorn verlaufenden schlauchförmigen Verlängerung, die dorsal in das Gehirn etwas eingelassen ist.

Die Kerne sind auf den hinteren Abschnitt der Drüse beschränkt und haben insofern einen eigentümlichen Bau, als der exzentrische Nucleolus an seiner freien Peripherie von einem hellen Hof umgeben wird.

Das Drüsensecret färbt sich vital mit Neutralrot und tritt dann in Form von Körnchen auf.

Die subcerebrale Drüse hat die Gestalt einer Hantel, auf deren Mittelstück der retrocerebrale Sack dorsal ruht. Ihr Plasma bildet dünnwandige, polygonale und dicht aneinander gedrängte Vacuolen. Der Ausführgang liegt ventral von dem des retrocerebralen Sackes und läuft ihm parallel; nur mündet dieser mehr seitlich, während die Gabeläste der subcerebralen Drüse nahe der Medianlinie sich öffnen.

Die Kerne stimmen mit denen des retrocerebralen Sackes fast völlig überein.

Das im wesentlichen homogene und vital nicht färbbare Secret besitzt eine große Affinität zu Farbstoffen.

VIII. Auge.

Unsre Kenntnis vom Rädertierauge bezog sich bisher nur auf das Pigment, während der eigentliche perzipierende Apparat vollkommen unbekannt ist. Aus der Anwesenheit meist rot gefärbter Pigmentflecke schloß man auf den Besitz optischer Organe und zum Teil gewiß mit Recht.

Das Hauptcharakteristikum der Gattung *Eosphora* soll in dem Vorhandensein dreier Augen bestehen, eines Nackenauges und zweier Stirnaugen, von denen wir zunächst das erstere etwas näher betrachten wollen.

Das wohlumschriebene Pigment des Nackenauges hat von oben gesehen die Gestalt eines Halbkreises (Fig. 1 *oc*) mit nach hinten gerichteter Kurve, in Seitenansicht ist es stäbchenförmig. Der Pigmentfleck, den seine schön tiefrote Färbung stark hervortreten läßt, zeigt eine große Resistenz gegen Kalilauge, und auch Osmiumsäure scheint ihm nicht viel anhaben zu können. Dagegen wird er durch die meisten andern Säuren und besonders durch Alkohol zum Schwinden gebracht.

Seine Lage ist streng konstant. Er befindet sich immer da, wo der retrocerebrale Sack (*rS*) in seinen Ausführgang (*ArS*) übergeht, also am Hinterende des Gehirns (*Ce*). Dieser Punkt fällt mit der mittleren Partie der subcerebralen Drüse (*sD*) zusammen, der das Auge ventral anliegt. Wie wir vorher gesehen haben, verläuft direkt unter dem Ausführgang des retrocerebralen Sackes in gleicher Weise der Ausführgang der subcerebralen Drüse, der infolge der Affinität seines Secrets zu den Farbstoffen besonders auf Längsschnitten immer besser nachweisbar ist als ersterer. Wir können also ganz gut die subcerebrale Drüse allein zur weiteren Orientierung benutzen, da ja, wie gesagt, der Ursprung ihres Ausführganges zusammenfällt mit dem des retrocerebralen Sackes.

Auf dem nicht ganz medianen Sagittalschnitt (Taf. XII, Fig. 11) ist eine Zelle (*oc*) dem Hinterende des Gehirns (*Ce*) dicht angeschmiegt. Sie liegt vor dem retrocerebralen Sack (*rS*) und ventral von dem mittleren Abschnitt der subcerebralen Drüse (*sD*), der sie etwas deckt und der also, wie wir uns nochmals auf Fig. 10 (*sD*) überzeugen wollen, direkt unter der Übergangsstelle des retrocerebralen Sackes (*rS*) in seinen ausführenden Kanal (*ArS*) sich befindet. Die in Rede stehende Zelle (Fig. 11 *oc*) beschreibt ungefähr einen Halbkreis, das gerade Ende nach vorn und ventral gerichtet, und zeigt eine sehr scharfe Begrenzung. Wenn auch die Körnchen sehr eng aneinander liegen, so kann sich doch das geübte Auge unschwer davon versichern, daß die Schärfe dieser Kontur durch nichts andres zustande kommt, als durch Chromidien, die an der Zellwand angeordnet sind. Das Plasma ist hell, wird von einem hier nur schwach entwickelten Balkenwerk durchzogen und birgt wenig freie chromidiale Elemente. Der lichte Kern von ansehnlicher Größe umschließt die stark hervortretende, aber nicht sehr reichliche chromatische Substanz.

Die eben geschilderte Histologie der Zelle zeigt also nichts eigentümliches, und wäre sie zwischen die Gehirnzellen vom Typus b eingeschaltet, so würde sie wohl kaum besonders auffallen. Was die Zelle histologisch vor allen übrigen auszeichnet, ist das Vorhandensein einer schwach lichtbrechenden, homogenen, ziemlich hellen, gelbgrünen Substanz (*x*), die in mäßig dicker Lage einen Teil der Zelle umschließt und gut abgesetzt ist. Zweifellos fehlt sie an der gerade abgeschnittenen vorderen, dem Gehirn zugekehrten Seite der Zelle, doch muß es dahingestellt bleiben, ob dies auch an ihrer dorsalen, von der subcerebralen Drüse (*sD*) etwas überlagerten Fläche der Fall ist.

Die isolierte Lage dieser Zelle läßt sich auch aus dem Frontalschnitt (Taf. XI, Fig. 8,3 *oc*) ersehen. Daß vor ihr das angeschnittene Mittelstück der subcerebralen Drüse (*sD*) gelegen ist, was mit dem Sagittalschnitt (Fig. 11) zuerst unvereinbar erscheinen möchte, rührt daher, daß die Längsausdehnung des Gehirns mit der des ganzen Tieres nicht zusammenfällt, so daß kein reiner Frontalschnitt durch das Ganglion und die subcerebrale Drüse erreicht wurde. Den Hinterrand der Zelle (*oc*) faßt wieder die gelbgrüne Substanz ein, und hinter dieser befindet sich ein schmaler Streifen (rS_1) des retrocerebralen Sackes, wie es ja auch nach dem Sagittalschnitt (Taf. XII, Fig. 11) zu erwarten ist. Erst bei ganz hoher Einstellung erblickt man noch den retrocerebralen Sack in größerer Ausdehnung (Fig. 8,3 *rS*).

In wunschlos übersichtlicher Weise läßt der Querschnitt (Taf. X, Fig. 3,10) den Situs der betreffenden Zelle (*oc*), die schon auf dem vorhergehenden Schnitt (Fig. 3,9 *oc*) etwas getroffen wurde, erkennen. Ihre Lage entspricht gänzlich unsern Erwartungen. Sie liegt auch hier unter dem Mittelstück der subcerebralen Drüse (*sD*) und unter der Übergangsstelle des retrocerebralen Sackes (*rS*) in seinen Ausführgang. Die fast kreisrunde Zelle hat einen Durchmesser von annähernd 8 μ; ihr helles, homogenes Plasma wird von einem stärker als auf Fig. 11 entwickelten Balkenwerk durchzogen. Der freien Zellperipherie liegen von innen vier längliche, helle Gebilde an, von denen es aber höchst zweifelhaft ist, ob sie etwas Besonderes zu bedeuten haben.

Die Auszeichnung der Zelle durch einen besonderen Belag, von dem auf Fig. 3,10 allerdings nichts zu sehen ist, und ihre exponierte, der des Pigmentfleckes völlig entsprechende Lagerung berechtigten uns, sie als Augenzelle in Anspruch zu nehmen. Das Nackenauge von *Eosphora* besteht also aus einer einzigen, dem Gehirn eng ansitzenden Zelle. Denn es ist keinerlei Anhaltspunkt dafür vorhanden, daß auch

die Zelle *Z* von Fig. 11, die höher und im Verband des Gehirns selbst liegt, etwas mit dem Sehapparat zu schaffen hat.

Was für eine Bewandnis es mit dem eigenartigen, einen Teil der Augenzelle einfassenden, gelbgrünen Saum hat, ist schwer zu sagen. Mich dünkt am wahrscheinlichsten, daß er die Grundsubstanz des im übrigen gelösten Pigments darstellt.

Einem derart primitiven Sehorgan, wie wir es eben kennen gelernt haben, kann man höchstens die Fähigkeit, hell und dunkel zu unterscheiden, beilegen. Ein Zustandekommen von Bildern ist wohl gänzlich ausgeschlossen.

Den Augen verschiedener Rädertiere wird mit aller Bestimmtheit eine Linse zugesprochen, deren Besitz sich auch *Eosphora* erfreuen soll. Ich konnte nie etwas von ihr wahrnehmen.

Und nun zu den sog. Stirnaugen! Auf zwei seitlichen, nicht ganz dorsalen und cilienlosen Höckern (Fig. 1 *dSt*), die dem vorderen Rande des Räderapparates entspringen, liegt je ein gelbroter, flockiger und unregelmäßig begrenzter Fleck, der nicht so scharf hervortritt, wie das Pigment des Nackenauges und der in Größe und Ausbildung Schwankungen unterworfen ist. Mit jeder Art von Konservierung ist der Schwund jener Flecke verbunden, die Ehrenberg und mit ihm viele andre als Stirnaugen angesehen und in hervorragender Weise systematisch verwertet haben, allerdings nicht ohne daß sich Stimmen des Widerspruches erhoben hätten.

Der erste Zweifler ist Dujardin (12, S. 591), der die systematische Bedeutung aller Pigmentflecke in der Rädertierklasse negiert und deshalb die Gattung *Eosphora* ganz fallen läßt. Für ihre Aufgabe plädiert auch Leydig (29, S. 40), nach dem die beiden Stirnaugen »nur intensiver gefärbte Stellen von gleicher orangegelber Farbe, wie der übrige Rand des bewimperten Kopfendes sie zeigt«, darstellen. In dieser Ansicht wird er von seinem Schüler Bartsch (2, S. 338) unterstützt. Desgleichen hält Eyferth (15, S. 74) die beiden farbigen Flecke an der Stirn nicht für Augen. Zu diesen Ungläubigen geselle auch ich mich. Die rötlichen Stirnflecke können unmöglich Augenpigment repräsentieren, nicht etwa deshalb, weil sie in ihrer Art und Farbe von dem Pigment des Nackenauges unterschieden sind, sondern weil der innere Bau ihrer Träger, der »dorsalen Stirnhöcker«, die Funktion als Augen ausschließt.

Auf Fig. 8,4 (*dSt*, Taf. XI) sind sie frontal getroffen. Sie sind nicht scharf von ihrer Umgebung isoliert, sondern die Cuticula des Räderorgans, das die Höcker sowohl nach außen als nach innen überragen,

setzt sich kontinuierlich auf sie fort. Sie werden ungefähr in ihrer Mitte von einem gebogenen dunklen Strang durchzogen, der sich nur durch seine etwas tiefere Färbung von der gewöhnlichen Matrix (*M*) des Räderapparates unterscheidet. Die Oberfläche dieses Stranges ist mit dunklen Körnchen besetzt, und jedem dieser Granula entspricht eine feine Faser, die zur Cuticula verläuft. Bei starken Vergrößerungen (Fig. 8,4*A*) sieht man, daß diese letztere von lauter kleinen Zähnchen bedeckt wird, die wahrscheinlich Sinnesapparate vorstellen. Denn darüber, daß die dorsalen Stirnhöcker Sinnesfunktionen ausüben, kann kein Zweifel obwalten. Das beweisen die beiden vom Gehirn (*Ce*) abgehenden Nerven *n* (Fig. 8,4), die sie versorgen, ganz eklatant. Das Gewebe unterhalb des genannten dunklen Stranges scheint mit der ordinären Matrix (*M*) identisch zu sein. Dasselbe ist dicht körnig und umschließt einen kleinen Kern mit stark tingierbarem Nucleolus. Außerdem birgt es noch ein helles vacuolenähnliches Gebilde — für den linken Stirnhöcker s. Fig. 8,3 *dSt* —, das von einem Faden durchzogen wird.

Die Feststellung ist nicht ganz uninteressant, daß die Bildung von kräftigen Cilien, kurzen Stäbchen oder feinen Fäden in allen drei Sinnesorganen, die damit versehen sind, nämlich in den ventralen Stirnhöckern (Taf. XII, Fig. 14*b* und 14*c*), in dem großen medianen Sinnesorgan (Taf. XI, Fig. 8,8 und 8,9 *So*) und in den dorsalen Stirnhöckern, abhängt von einem Gewebe, das mit der Matrix des Räderorgans zum mindesten sehr nahe verwandt ist.

Wenn auch die dorsalen Stirnhöcker keine Augen tragen, so würde ich doch keinen Grund einsehen, warum die beiden niemals gänzlich fehlenden farbigen Flecke, deren Natur und Bedeutung schleierhaft geblieben sind, nicht systematisch verwertet werden sollten. Ihr systematischer Wert wird dadurch nicht viel geschmälert, daß bei *Eosphora* — und vielen andern — gelegentlich ähnliche, aber kleinere Flecken an nicht vorbestimmten Stellen des Räderapparates auftreten können.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Eosphora digitata besitzt nicht drei, sondern nur ein, und zwar nackenständiges, Auge.

Von diesen ist äußerlich nur der tief rot gefärbte Pigmentfleck zu sehen, der eine konstante Lage hat. Er befindet sich an der Übergangsstelle des retrocerebralen Sackes in seinen Ausführgang, unter dem mittleren Abschnitt der subcerebralen Drüse und unmittelbar hinter dem Gehirn.

Der perzipierende Teil des Auges besteht aus einer einzigen, dem Hinterrand des Ganglions dicht angeschmiegten Zelle.

Die beiden dorsalen Stirnhöcker, die je einen gelbroten Fleck von fraglicher Bedeutung tragen, sind Sinnesorgane, die direkt vom Gehirn aus innerviert werden.

IX. Verdauungskanal.

Der Verdauungskanal beginnt mit dem Mund (Taf. IX, Fig. 2, 3,3, 3,4 und Taf. XII, Fig. 10 *O*). Er ist ventral am Räderorgan gelegen und wird, besonders dorsal, wulstig begrenzt (Fig. 10 *O*).

Der Mund führt in eine kurze, unbewimperte Mundhöhle (Fig. 10 *Oh*), die auf dem Querschnitt (Fig. 3,3 und 3,4 *Oh*) einen ungefähr V-förmigen Umriß besitzt. Der größte Teil der Mundhöhlenwand wird von einem hellen, wurstförmigen, mit vier Kernen ausgestatteten Komplex (Fig. 3,3 *Ohw*) gebildet, dessen Plasma von zahlreichen senkrechten Stäben durchsetzt und nach außen von einer starken, bräunlichen Cuticula abgeschlossen wird. Nebenstehende Textfig. 8 gibt ein Stück der Wand bei starker Vergrößerung wieder. Einen solchen Komplex findet man auch auf Fig. 3,4 und 3,5 (*Ohw*), nur daß er hier durch eine Trennung am Grunde der Mundhöhle paarig geworden ist. Die einzelnen Stäbe tingieren sich mit Orange G, und ich möchte glauben, daß wir es mit einem Muskel zu tun haben. Vielleicht handelt es sich aber auch um eine Einrichtung, die nur der Festigung und zum Offenhalten der Mundhöhle dient. Die vorher an ihrer Ventralseite offene Mundhöhle schließt sich nun zu einem Dreieck (Fig. 3,5 *Oh*), und zwar wird dieser Verschluß durch fünf Stücke bewerkstelligt. Zwei von diesen sind paarig, von hakenförmiger Gestalt und streifiger oder netziger Struktur. Das fünfte Stück (*x*) stellt eine helle, fast homogene, dreiseitige Platte vor, die median gelegen ist. Sie bricht das Licht und macht einen chitinigen Eindruck. Die in der Mundhöhle befindlichen, stark konturierten Elemente (*ki*) kommen erst bei tiefer Einstellung heraus und gehören zum Kieferapparat des Mastax.

Textfig. 8.
Ein Stück der Mundhöhlenwandung. Stark vergr.

Der Mastax ist ein auf dem Medianschnitt (Taf. XII, Fig. 10 *ma*) asymmetrischer Sack, dessen hinteres Ende (Fig. 1 *ma*) in drei Lappen zerfällt, in einen größeren mittleren und zwei kleinere seitliche. Bevor wir in sein Studium eintreten, will ich bemerken, daß nur die Querschnitte durch seine hinterste Partie (Taf. X, Fig. 3,12—3,14 *ma*) ganz ausgeführt

wurden. Die Anordnung seiner Bestandteile nämlich ist vorn so heillos kompliziert und unübersichtlich, daß ich lieber auf die Wiedergabe aller Einzelheiten verzichtet habe. Es wurden dort nur die Hauptmuskelzüge, teilweise nur die des dorsalen Abschnittes, einige interessante histologische Details und die nervösen Elemente berücksichtigt. Die Muskulatur ist überall dunkel gehalten, das Plasma hell, doch bezeichnen die hellen homogenen Töne nicht nur Plasma allein, sondern ein Mischwerk von ihm, von muskulösen und bindegewebigen Fasern und auch Chitinstücken. Von diesen letzteren wurden nur einige wenige eingetragen und schwarz getönt.

Alle Komponenten des Mastax, mit Ausnahme zweier noch zu erwähnender Drüsen, sind in jeder Hinsicht links und rechts symmetrisch vorhanden, natürlich abgesehen von den unpaaren und dann median gelegenen. Seine ausgiebige Eigenbewegung läßt seine Symmetrieebene mit der des ganzen Tieres oft nicht zusammenfallen, was leider auch bei der reproduzierten Serie der Fall ist. Die auf Totalpräparaten (Fig. 1 *ma*) sichtbare Dreiteilung des Mastax ist nicht nur eine rein äußerliche, sondern in seinem Innern überall streng durchgeführt (Taf. X, Fig. 3,6—3,14 und Fig. 4,2 *ma*). Sie äußert sich darin, daß zwei seitliche, von verschiedenartigem Gewebe ganz erfüllte Abschnitte, die dorsal und ventral muskulös miteinander verbunden sind, ein mittleres Lumen (Fig. 3,6—3,8 *ma*) umschließen, das weiter hinten durch verschiedenerlei Gewebe mehr oder weniger vollständig ausgefüllt wird (Fig. 3,10—3,14 und Fig. 4,2 *ma*). Der innere Rand der Seitenstücke und die Peripherie der Lumenausfüllung werden stellenweise von Chitinteilen der Kiefer eingenommen (Fig. 4,2 *ki*). Dieses Chitinstück besitzt zwei Anschwellungen, die Plasma und je einen Kern bergen. Dergleichen kann man öfter beobachten, und es ist wohl sicher, daß das umschlossene Plasma als Matrix des Chitins anzusprechen ist. Betreffs der Anordnung und des Verlaufs der sich manchmal gabelnden Hauptmuskelzüge soll lediglich auf die Abbildungen verwiesen werden. Die Muskeln erscheinen nie ganz homogen, wenn es auch öfters so gezeichnet wurde, sondern lassen immer eine Zusammensetzung aus einzelnen, nicht quergestreiften Fibrillen erkennen.

Am interessantesten ist die dorsale Wand des Mastax (Fig. 3,7 *ma*). Die obere, sich nach median verjüngende Partie der beiden Seitenstücke hat eine ungefähr vogelkopfähnliche Gestalt. Ihre äußere Begrenzung besteht aus einer mäßig dicken Schicht von teils längs, teils tangential getroffenen Muskelfasern, die sich links ohne, rechts mit schärferer Grenze in die periphere Ringmuskelschicht fortsetzen (Fig. 3,8 *ma*).

Das Innere der »Vogelköpfe« wird von einer hübsch wabigen und chromidienhaltigen Plasmamasse eingenommen (Fig. 3,7 *ma*), die auch ventralwärts von Muskulatur umrahmt wird. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse auf Fig. 3,6 (*ma*). Hier befinden sich nahe der Mittellinie noch zwei quergetroffene Muskeln (*m*). Der die linke mit der rechten Seite verbindende Muskel (m_1) ist schon auf Fig. 3,5 (m_1) angeschnitten, ebenso die beiden Vogelköpfe selbst, deren Flächenschnitte einzelne Muskelfasern (*mf*) ergeben.

Unter dem Muskel m_1 (Fig. 3,6) und direkt in der Medianebene befindet sich ein etwas unregelmäßig gestalteter plasmatischer Komplex (*mk*), dessen Peripherie von einer relativ sehr dünnen und in sich geschlossenen Muskelschicht gebildet wird. Das helle Plasma ist unregelmäßig faserig und enthält einige Chromidien. Derselbe Komplex umschließt auf Fig. 3,7 (*mk*) zwei Kerne und wird von zwei kleineren Komplexen (mk_1), deren Plasma mehr wabig beschaffen ist, flankiert. Es handelt sich bei diesen Bildungen um eine Art ein-, selten zweikerniger Muskelkästchen, die an den meisten Stellen zu zweien oder dreien hintereinander gelegen und nicht immer ganz eng auf die Dorsalseite des Mastax lokalisiert sind. Den letzten begegnen wir auf Fig. 3,12 (*mk*). Sie wurden auf allen Schnitten mit *mk* bezeichnet, so daß ich das Weitere wohl dem Leser überlassen kann.

Infolge der schon genannten Eigenbewegung des Mastax dürfen wir nicht erwarten, die Kästchen auf verschiedenen Serien stets an der gleichen Stelle und in gleicher Größe und Zahl anzutreffen. Auf Fig. 4,2 (Taf. X) z. B., deren Gehirn dem von Fig. 3,7 entspricht, verläuft an der Dorsalseite des Mastax (*ma*) ein einheitlicher Muskel, und die Muskelkästchen (*mk*) von Fig. 7, deren Gehirn zwischen dem von Fig. 3,7 und 3,8 steht, weichen in ihrem äußeren Habitus nicht unerheblich von denen der beiden letzteren Bilder ab. Die Verbindung zwischen den Seitenstücken wird auf Fig. 7 durch vier einkernige, ungefähr gleich große, aber in ihrer Form stark differierende Muskelkästchen hergestellt.

Im hinteren Abschnitt des Mastax, und zwar in seinen Seitenteilen, liegen zwei mehrkernige Drüsen (Fig. 1 *mdr*), die, was schon Beauchamp (3, S. CCXXIX) auffiel, stets asymmetrisch ausgebildet sind. Das Merkwürdige daran ist, daß das eine Mal die rechte Drüse (Fig. 1 *mdr*), das andre Mal die linke (Taf. X, Fig. 3,11—3,14 *mdr*) größer sein kann. Sie werden fast ganz von einem muskulösen Mantel umschlossen (Fig. 3,11—3,14 *mdr*), der normalerweise der Drüsenoberfläche überall dicht anliegt. Manchmal quillt ein Teil der Drüsensub-

stanz beim Schneiden dorsal über das Muskelkleid hinaus (Fig. 3,12 bis 3,14) oder zieht sich von ihm zurück (Fig. 3,11 *mdr*). Die beiden Drüsen besitzen auch eine eigne, feine Membran (Fig. 3,11 und 3,12), die sich also innen an der muskulösen Hülle befindet. Das Drüsengewebe retrahiert sich gerne bis auf einzelne Fäden von seiner Membran (Fig. 3,12) und besteht aus zahlreichen verschieden großen und gestalteten Vacuolen, in deren stark tingierbaren Wänden Chromidien eingelagert sind. Die hellen, ovalen Kerne erreichen eine bedeutende Ausdehnung (etwa 6 μ) und sind durch einen besonders umfangreichen, tief dunklen Nucleolus ausgezeichnet.

Das weitaus wichtigste Organ im Mastax sind die Kiefer, die zur Zerkleinerung der Nahrung dienen. Einen wie sinnreichen Apparat hat doch die unübertreffliche Baumeisterin Natur hier geschaffen, wie klein ist der Raum, den er beansprucht, und wie sicher die Funktion! Verglichen mit seinen Bestandteilen sind die feinsten Details unsrer besten Präzisionsinstrumente nichts andres als grobe, unbehauene Klötze. Minima natura maxima!

Ich will in meiner Darstellung die nicht ganz glücklich gewählten Bezeichnungen Gosses (20, S. 245f) beibehalten und muß sie leider noch um einige vermehren. Betreffs der Form der einzelnen Stücke verweise ich hauptsächlich auf die Abbildungen. Fig. 16 (Taf. XII) stellt die Kiefer bei ventraler, Fig. 17 die wesentlichsten Teile bei seitlicher Ansicht dar. Fig. 18 ist etwas stärker vergrößert und zeigt die geöffneten Kiefer.

Am ventralsten liegt ein unpaares und medianes Stück, das Fulcrum (Fig. 16 *fc*), das mit seinem hinteren etwas verdickten und abgerundeten Ende bis zum Hinterrande des mittleren Mastaxlobus reicht. Von der Seite gesehen (Fig. 17 *fc*) und auf Querschnitten (Taf. X, Fig. 3,12—3,14 *fc*) repräsentiert sich das Fulcrum als eine ungefähr 17 μ breite Platte. In seinem vorderen Drittel gabelt es sich, und die beiden dünnen, gewölbten Gabeläste (Taf. XII, Fig. 16 *f*) sollen aus später zu nennenden Gründen »Funda« oder »Schleuder« heißen. Von der Fläche betrachtet, ist jeder Gabelast vierseitig und zieht sich nach vorn in eine ziemlich massive Spitze aus (Fig. 17 *f*). Mit der Funda aufs engste verschmolzen sind die vorderen Abschnitte zweier größerer, schräg orientierter Stücke, der Rami (Fig. 16 *r*), die also nicht direkt dem Fulcrum aufsitzen, wie es bei allen von Gosse (20) untersuchten Formen der Fall ist. Die Rami verlaufen von vorn und ventral nach hinten und dorsalwärts (Fig. 17 *r*). Sie sind hohl und besitzen eine gebogene Außenseite (Fig. 16 *r*). Ihre vorderen Enden

sind mit Zähnen bewaffnet (Fig. 18 *r*), die besonders gut auf Frontalschnitten studiert werden können (Fig. 19). Der rechte Ramus läuft in einen einspitzigen Zahn aus, und dieser paßt in eine Einkerbung des linken Ramus. Ob diese Zähne für sich beweglich sind, konnte nicht festgestellt werden. Sie werden durch die Kontraktion eines Muskels (Fig. 16 *m*), der von dem Hinterende eines jeden Ramus zu den Seitenflächen des Fulcrums verläuft, voneinander entfernt (Fig. 18 *r*), und dabei müssen natürlich auch die Gabeläste (*f*) des Fulcrums (*fc*) gespannt werden. Sie wurden deshalb als Funda bezeichnet, weil sie einzig und allein die Funktion haben, beim Nachlassen des Muskelzuges durch ihre Elastizität die Rami gewissermaßen zusammenzuschleudern. Das Schließen der Rami geschieht also auf rein mechanischem Wege.

Als Drehpunkt bei der Hebelbewegung der Rami fungieren zwei »Hakenstücke« (Fig. 16 und 17 *h*), die zwischen Fulcrum bzw. Schleuder und den Rami gelegen sind und sich mit einem hakenartigen Ausläufer auf die letzteren fortsetzen (Fig. 16 *h*). Um einer Kompression der Hakenstücke, die ja ihre Wirksamkeit vereitelte, vorzubeugen, werden sie durch einen, das Fulcrum umspannenden »Chitinring« (Fig. 16 *cr*) gestützt. Durch diesen Ring ziehen vom Fulcrum zur Schleuder zwei federnde »Chitinleisten« (Fig. 16 *l*), die zweifellos dazu angetan sind, einerseits ein Überspannen der Schleuder zu verhindern und anderseits ihr elastisches Vermögen zu erhöhen.

Am dorsalsten befinden sich die beiden Manubria (Fig. 16 u. 17 *mb*), die in den Seitenteilen des Mastax liegen. Jedes Manubrium ist mit einem der Bauchseite sich nähernden Uncus (Fig. 16 und 17 *u*) gelenkig verbunden, der wiederum mit dem entsprechenden Ramus muskulös liiert ist, und zwar derart, daß sich beide Teile unabhängig voneinander bewegen können. Die Unci besitzen je einen sich zu einer Spitze verjüngenden starken Zahn, und ihre Öffnung wird durch zwei Muskeln (Fig. 16 m_1) bewerkstelligt, die von den Manubria entspringen und am Fulcrum inserieren. Die bedeutende Mächtigkeit dieser Muskeln sowohl, wie auch der (*m*) der Rami läßt sich nur aus Querschnitten gut ersehen (Taf. X, Fig. 3,12—3,14 *m* und m_1). Die beiden letzteren Muskeln sind stark zerklüftet (Fig. 3,12 und 3,13 *m*) und setzen sich ventral von denen (m_1) der Manubria an das Fulcrum an (Fig. 14 *m*). Das Schließen der Unci wird nicht durch frei verlaufende Muskeln besorgt, sondern vielmehr, wie Frontalschnitte (Taf. XII, Fig. 20) lehren, durch Kontraktion der Wandmuskulatur, die mit dem Manubrium (*mb*) in enger Beziehung steht.

Das Kaugeschäft spielt sich in folgender Weise ab, wobei die Drehungen der Kiefer um ihre eigne Achse vernachlässigt werden sollen. Im Ruhestadium sind die Zähne der Unci und Rami einander genähert. Nun trennen sich die Unci (Fig. 18 *u*) und treffen im nächsten Moment mit ihren Zähnen wieder zusammen, wodurch die Beute den ersten Biß erhält. Gleich nachdem sich die Zähne berührt haben, biegen sich die Unci ventral von den Rami nach hinten (Fig. 21 *u*) und legen sich ihrer ganzen Länge nach zusammen, was gewissermaßen ein Zerquetschen der Nahrung zur Folge hat. Bis die Unci wieder ihre bißbereite Stellung (Fig. 18 *u*) erreicht haben, haben auch die Rami zwei Bewegungen ausgeführt. Sie haben sich geöffnet (Fig. 18 *r*) und gleich darauf mit Hilfe der Funda (*f*) mechanisch geschlossen. Das Beuteobjekt ist also zum dritten Male bearbeitet worden.

Die bisherige Darstellung sprach nur von einem Nacheinanderfunktionieren der Rami und Unci, doch kann beider Öffnung und Schluß auch synchron sein, so daß ein Bild, wie Fig. 18 es zeigt, entsteht. Nach dem Schließen können sich die Unci wie vorher zurückbiegen (Fig. 21 *u*), oder dieser Akt kann auch unterbleiben, wie überhaupt das Tier die Folge seiner Kieferbewegungen in der mannigfachsten Weise variieren kann. Dadurch ziehen abwechslungsreiche Bilder an dem Auge des Beschauers vorüber, die von dem ewigen Einerlei einer laufenden Maschine himmelweit verschieden sind. Es handelt sich keineswegs um eine bloße Reflexbewegung, man wird sich vielmehr bewußt, einen hochorganisierten Apparat vor sich zu haben, dessen einzelne Teile in ihrer Funktion in hohem Maße von dem Willen des Tieres abhängen.

Die Kauer werden im Gegensatz zu *Callidina* (47, S. 3) nicht gleich in ihrer vollen und bleibenden Ausdehnung angelegt, sondern vermögen zu wachsen, womit aber nicht gesagt sein soll, daß einer bestimmten Körpergröße immer bestimmt große Kiefer entsprechen. Die eines ausgewachsenen Tieres haben durchschnittlich folgende Längenmaße: Manubrium 40 μ, Uncus 30 μ, Ramus 40 μ, Fulcrum 45 μ, Funda 25 μ und Hakenstück 18 μ. Abgesehen von ihrer Gesamtgröße war niemals auch nur eine Spur von Variation an den Kiefern festzustellen, so daß unsre Art allein an den Kiefern wiederzuerkennen ist. Denn ich glaube nicht, daß zwei gute Species mit völlig übereinstimmenden Kauern existieren. Aus der Literatur geht zwar hervor, daß die Anzahl der Zähne, die doch a priori als hervorragendes Charakteristikum geradezu prädestiniert zu sein scheint, leider manchmal Schwankungen unterworfen ist. Aber doch wird stets ein Vergleich der Kiefer bei der

Speciesbestimmung unschätzbare Dienste leisten, und deshalb können gute Abbildungen davon nicht oft und laut genug gewünscht werden.

Die komplizierte Funktion der Kiefer setzt natürlich eine intensive Versorgung des Mastax mit Nervenzellen, deren Plasmastruktur auf den Zeichnungen ignoriert wurde, voraus, und man kann es wohl verstehen, daß es sogar zur Bildung eines größeren Ganglions gekommen ist. Dieses Ganglion liegt im hinteren dorsalen Abschnitt des Mastax (Taf. X, Fig. 3,11—3,13 *gm*) und besteht aus einer größeren Anzahl von Zellen, die auf wohlgelungenen Schnitten streng bilateral-symmetrisch angeordnet sind und mit ganz wenigen Ausnahmen dem Typus b der Gehirnzellen angehören. Diese Ausnahmen beschränken sich auf fünf, den Typus d vertretende Zellen bzw. Kerne (Fig. 3,11 *gm*) und zwei bis drei Zellen, die eine vermittelnde Stellung zwischen Typus a und b einnehmen. Von der Dorsalseite jeder Zelle der oberen Reihe gehen eine oder zwei, selten mehr Fasern ab (Fig. 3,12 und 3,13 *gm*), die einen, wie es scheint, leeren Raum durchziehen und sich teilweise bis in den diesen Hohlraum begrenzenden Muskel hinein verfolgen lassen (Fig. 3,12 *gm*). Jene Fasern kann man nur als Nerven deuten, und sie haben zweifellos die Aufgabe, eine Verbindung zwischen dem Mastaxganglion und dem Gehirn herzustellen, sei es nun auf direktem Wege, sei es durch Zwischenschaltung periencephalischer Ganglienzellen. Ich möchte mich für letzteren Modus entscheiden, den ich auch einmal unmittelbar beobachten konnte (Taf. XII, Fig. 22*d*). Allerdings handelt es sich dabei nicht um einen Konnex mit dem Ganglion des Mastax, sondern mit der vorderen Partie des letzteren. Eine Ganglienzelle, die mittels einer andern mit dem Cerebrum zusammenhängt, zieht sich in einen langen Fortsatz aus, der die muskulöse Wand des Mastax (*ma*) durchbricht und bis zu einem undeutlichen Kern wahrzunehmen ist. Reste des Ganglions (*gm*) sind auch noch auf Fig. 3,14 (Taf. X) vorhanden, doch gehören die beiden mittleren, mit einem Nucleolus versehenen Kerne nicht mehr dazu. Sie liegen bedeutend tiefer und stellen sehr wahrscheinlich Drüsenkerne vor.

Das Ganglion umfaßt nur einen Teil der im Mastax gelegenen Nervenzellen. Diese sind vielmehr über seine ganze Ausdehnung verbreitet und stehen manchmal in direkter Verbindung mit dem Ganglion, wie z. B. die Zellen Nr. 1 von Fig. 3,14 (*ma*). Es sind zwei große bipolare Zellen, von denen besonders die linke durch ihre elegante Form auffällt. Außer ihnen zählt man noch vier helle und zwei dunkle nicht im Ganglion eingeschlossene Nervenzellen bzw. -Kerne. Fig. 3,13 weist zwei und Fig. 3,12 fünf helle Ganglienzellen auf, letztere außerdem noch

einen dunklen Ganglienkern am ventralen Ende des Fulcrums (*fc*). Die nervösen Elemente der übrigen Schnitte wurden nicht alle eingetragen. Die Repräsentanten des Typus d (Fig. 3,8 und 3,6) sind ja ohne weiteres zu erkennen, und die paar hellen Ganglienzellen (Fig. 3,6 und 4,2) wurden mit *Gz* bezeichnet.

Entsprechend der Lage der Zähne wird die aufgenommene Beute ganz vorn im Mastax zerkleinert und hat nun einen scharf vorgeschriebenen Weg zu passieren. Sie gelangt in einen dorsalen, etwas geknickten, schmalen Kanal, der von Muskulatur begrenzt und stark erweiterungsfähig ist. Seine ventrale Begrenzung wird von der Ausfüllung des mittleren Mastaxlumens (Taf. XII, Fig. 10 *ma*), seine dorsale im wesentlichen von den Muskelkästchen (*mk*) gebildet, an die sich nach vorn die Mundhöhlenwand (*Ohw*) anschließt. Nach hinten setzt sich der Kanal in einen langen und cilienlosen Oesophagus (*Oe*) fort, der also nicht etwa am Hinterende des Mastax entspringt, sondern ungefähr in seiner Mitte. Zum erstenmal auf Querschnitten treffen wir den Oesophagus auf Fig. 3,11 (Taf. X, *Oe*). In seiner nächsten Nähe finden sich drei helle Ganglienzellen, bestimmt die gleichen, die schon auf Fig. 3,10 sichtbar werden. Vielleicht haben sie eine Verbindung mit dem Mastaxganglion herzustellen. Die Speiseröhre, deren Wand teilweise gefältelt ist, erscheint von ihrer Umgebung noch nicht losgelöst, sondern steht in innigem Kontakt mit der dorsalen Wand des Mastax. Was die beiden etwas vacuolären und miteinander zusammenhängenden Balken links und rechts vom Oesophagus (Fig. 3,12 *Oe*) zu bedeuten haben, ist mir nicht klar geworden. An ihren Enden liegt je eine Zelle, die am meisten nervösen Elementen ähnelt.

Der vorher mehr ovale Umriß hat auf Fig. 3,13 und 3,14 (*Oe*) einer Spindelform Platz gemacht, und auf letzterem Bild liegt die mit Detritus angefüllte Speiseröhre völlig frei. Die beiden ventral von ihr befindlichen Zellen liegen höher und sind aufs engste mit dem Mastax verwachsen, ja Längsschnitte machen es sogar wahrscheinlich, daß sie nicht außerhalb des Mastax, sondern noch innerhalb von ihm gelegen sind. Keinesfalls stehen sie in einem Konnex mit dem Oesophagus. Über ihren Charakter weiß ich nichts Bestimmtes anzugeben, doch ist ihre nervöse Natur nicht ausgeschlossen. Der nächste Schnitt (Fig. 3,15 *Oe*) geht durch eine Windung des Oesophagus, der deshalb mehr flächenhaft getroffen ist, aber schon der folgende (Fig. 3,16 *Oe*) läßt wieder ein deutliches Lumen erkennen. An der rechten Ecke der Speiseröhre liegt eine kleine, nicht sehr deutliche Zelle, deren Kern auch noch auf Fig. 3,17 (*Oe*) bei hoher Einstellung wahrgenommen werden kann.

Einen Einblick in die Struktur der Oesophaguswand gewährt Fig. 5 (Taf. X), die ein Stück der Speiseröhre einer andern Serie bei Apochromatimmersion darstellt. Das fast homogene, nicht helle Plasma bildet ein Syncytium und springt kuppenartig gegen die Leibeshöhle vor. In jedem der Höcker befindet sich ein kleiner dunkler Kern von ovaler Form. Die Innenseite der Wand ist mit einer derben Cuticula bekleidet, die geeignet ist, Verletzungen beim Nahrungstransport zu verhindern. Das Vorhandensein einer ösophagealen Muskulatur kann nicht zweifelhaft sein; wenn ich auch öfters eine contractile Schicht zu sehen glaubte, so konnte ich mich doch nie einwandfrei von ihrer Existenz überzeugen.

Die schnittweise Wiedergabe der ganzen Speiseröhre soll vorzüglich das eine klar vor Augen führen, daß wohl in der Umgebung des Oesophagus eine Anzahl Zellen vorkommen, von denen die meisten sicherlich nervös sind, daß aber von einem Ganglion suboesophageale absolut keine Rede sein kann. Ganz analog liegen die Verhältnisse bei *Hydatina senta* Ehg., *Notommata aurita* Ehg. und *Euchlanis dilatata* Ldg., die eingehend auf diesen Punkt hin geprüft wurden.

Bekanntlich hat Zelinka zuerst bei *Discopus* (46, S. 384) und dann auch bei allen daraufhin untersuchten Callidinen (47, S. 15) ein Unterschlundganglion gefunden. Später berichtete Hlava (23, S. 299) von einem solchen Gebilde bei *Conochiloides natans*, und schließlich muß noch Clara Hamburger (21, S. 630) genannt werden, der es beim Männchen von *Lacinularia socialis* manchmal sehr wahrscheinlich schien, »daß vom Gehirn ventralwärts ein Nervenring entspringt, der zwei Nerven zum Hoden sendet«. Eine gangliöse Anschwellung auf der Ventralseite konnte die Autorin nicht beobachten.

Zelinkas (47, S. 148) Ansicht, das Ganglion suboesophageale möchte bei den Rotatorien allgemein verbreitet sein, ist also nach meinen Untersuchungen irrig, und desgleichen ist auch seine Vermutung über den Verlauf der die lateralen Taster versorgenden Nerven zurückzuweisen. Zelinka hält es nämlich nicht für unwahrscheinlich, daß diese Nerven vom Ganglion suboesophageale abgehen. Er beruft sich darauf, daß der eigentliche Ursprung jener Stränge noch unbekannt sei und zitiert Plate (34, S. 94), der ihre direkte Verbindung mit dem Gehirn negiert. Ich habe ja schon in einem andern Kapitel Gelegenheit gehabt, Beispiele aus der neueren Literatur anzuführen, die die Unhaltbarkeit der Plateschen und infolgedessen auch Zelinkaschen Auffassung beweisen. Bei *Conochiloides* z. B. soll nach Hlava

ein Unterschlundganglion vorhanden sein, und doch stehen die Nerven der ventralen (= lateralen) Taster in direkter Verbindung mit dem Cerebrum.

Der Oesophagus führt in den Magen, an dessen vorderem Abschnitt sich links und rechts je eine ovale Magendrüse (*Mdr*) befindet. Diese Drüsen sind hinsichtlich ihrer Struktur denen des Mastax sehr ähnlich. Sie werden von einer feinen Membran umgeben und besitzen im Leben einen körnigen Inhalt. Auf Schnitten dokumentiert sich das Gewebe als typische, kleinvacuoläre Drüsensubstanz mit stark färbbaren und von Chromidien durchsetzten Wänden. Die hellen Kerne sind recht groß und bergen einen sehr ansehnlichen Nucleolus. Wenn auch die Mündung der Drüsen nicht gesehen wurde, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß ihr Secret in das Magenlumen abgeführt wird.

Der Magen (Fig. 1 *Ma*) ist ein umfangreicher spindelförmiger Sack mit großen dicken und einkernigen Zellen. Die seines vorderen Randes haben nach Beauchamp (3, S. CCXXX) die Neigung, sich von ihrer Umgebung loszulösen und sollen am Oesophagus inserieren. Dieses Verhalten soll dem entsprechen, was Bergendal (8, S. 92) bei *Eosphora* cf. *najas* beobachtet hat. Mir ist es offen gestanden unklar geblieben, welche Gebilde der französische Autor gesehen haben mag, es müßte denn sein, daß es sich um die in der Nähe des Oesophagus gelegenen Ganglienzellen handelte.

Der Magen ist auf dem Querschnitt (Taf. XII, Fig. 25) fast kreisrund, kann aber auch durch den sich ausdehnenden Dotterstock stark dorsoventral komprimiert werden. Die Zellen können die auffallende Größe von 40 : 35 μ erreichen und sind weder innen noch außen gleichmäßig abgesetzt. Sie umschließen ein Lumen, das hier nur recht klein erscheint, aber sehr erweiterungsfähig ist. Die in den Hohlraum vorspringenden Cilien und der Detritus wurden vernachlässigt. Histologisch zeigen die Zellen nicht viel Interessantes. Das spärliche Plasma (s. ventrale Partie) durchzieht sie in feinen, zarten Strängen, so daß ein grobmaschiges Netzwerk entsteht. Die hellen, etwa 7 μ großen Kerne berühren stets die periphere Zellgrenze und nehmen meist ihre Mitte ein. Sie besitzen eine scharfe Umgrenzung, die, wie man sich häufig überzeugen kann, durch eng gelagerte Chromatinkörnchen zustande kommt, und enthalten, entsprechend allen andern Drüsenkernen, einen großen Nucleolus. Die beträchtliche Beweglichkeit des Magens verlangt eine gut ausgebildete Muskulatur, die aber nur sehr schwer nachweisbar ist. Auf Sagittal- und Frontalschnitten

glaubte ich öfters das Lumen auskleidende Fibrillen wahrnehmen zu können.

Die in fast allen Teilen des Rädertierorganismus so scharf ausgeprägte bilaterale Symmetrie tritt uns in sehr hübscher Weise auch am Magen entgegen. Er ist nicht nur als Ganzes genommen symmetrisch, sondern auch die einzelnen Zellen entsprechen sich in Form, Lage und Größe und sind sogar, was hier nur gestreift werden soll, konstant. Bei der bedeutenden Verschiebbarkeit des Magens ist es natürlich ein großer Glückszufall, ihn so zu treffen, daß absolut spiegelbildlich gleiche Hälften entstehen. Ich möchte aber meinen, daß das, was hier geboten werden kann, genügende Beweiskraft besitzt.

Der wiedergegebene Schnitt (Taf. XII, Fig. 25) setzt sich aus acht Zellen zusammen — selbstverständlich ist die Zellzahl in den verschiedenen Regionen des Magens verschieden —, von denen zwei unpaar sind. Die eine (a) befindet sich in der dorsalen, die andre (α) in der ventralen Medianebene. Ersterer sind zwei umfangreiche Zellen (b und β) angelagert, an die sich zwei schmälere (c und γ) anschließen. Zwischen diesen und der bauchständigen Zelle liegen die beiden größten Elemente (d und δ).

In den Magenzellen findet man eigentümliche; über die Zellen a, b und β schematisch verteilte Einschlüsse (s. auch Fig. 1 *Ma*), von denen wir ihrer Struktur nach zwei verschiedene Typen unterscheiden können.

Der erste Typus umfaßt auf Schnitten homogene, rundliche Scheiben (Zelle b) von 1—5 μ Durchmesser, wobei die die beiden Extreme verbindenden Zwischenglieder leicht aufzufinden sind. Ihr Verhalten zu den Farbstoffen, zu denen sie eine große Affinität zeigen, ist verschieden. Während bei Doppelfärbungen mit Hämatoxylin-Orange G die einen den rein gelben Ton annehmen, imprägnieren sich andre stark mit Hämatoxylin, doch werden in vielen Fällen diese reinen Reaktionen durch Mischfarben ersetzt.

Der zweite Typus besteht ebenfalls aus runden oder mehr ovalen Gebilden (Zelle a) mit einem ungefähren Durchmesser von 3—8 μ. Ihre durchschnittliche Größe übertrifft also die der erstgenannten um einiges. Sie erweisen sich als Komplexe mit bläulichgrauer, heller und homogener Grundsubstanz, in der zahlreiche, sehr stark hervortretende, tief blau gefärbte Körnchen — aus technischen Rücksichten wurden sie schwarz gezeichnet — eingebettet liegen. Diese Granula sind sogar innerhalb derselben Gruppe nicht immer gleich groß, auch ist ihr Abstand voneinander verschieden weit.

Hinsichtlich des Auftretens beider Arten von Einschlüssen sind

alle nur denkbaren Möglichkeiten vorhanden. Die einen Tiere lassen so gut wie nichts von ihnen erkennen, während die Magenzellen andrer damit förmlich vollgepfropft sind. Auch ihre Verteilung in demselben Exemplar braucht keine gleichmäßige zu sein. Man kann öfters beobachten, daß eine oder die andre Zelle besonders reich mit Einschlüssen ausgestattet ist, aber keinesfalls ist ihr Vorkommen an bestimmte Zellen gebunden. Beiderlei Typen können in einer Zelle vereinigt sein, und zwar in den verschiedenartigsten Mischungsverhältnissen und Größen, oder die eine Zelle birgt nur homogene, die andre nur granulierte Gebilde. Gelegentlich stößt man auf Tiere, deren Darm nur eine Art von Einschlüssen enthält, aber immer kommen die blau und gelb gefärbten homogenen Scheiben vergesellschaftet vor. Wenn auch die blauen im allgemeinen etwas umfangreicher sind, so scheint es mir doch höchst wahrscheinlich, daß die verschiedene Färbung nur ein Zufall ist, daß die (an Zahl vorherrschenden) blauen Komplexe in ihrer Natur identisch sind mit den gelben. Hierfür spricht auch ihr Verhalten einer einfachen Tinktion gegenüber, auf die sie in gleicher Weise reagieren.

Desgleichen muß die Selbständigkeit der punktierten Scheiben (Zelle *a*) Zweifeln begegnen. Man trifft nämlich blaue und gelbe Kugeln, die nicht mehr ganz homogen, sondern fein und dicht granuliert erscheinen. Ganz zwanglos reihen sich an dieses Stadium Zustände deutlicherer Körnelung, die wiederum zu den relativ grobpunktierten Einschlüssen (Zelle *a*) hinüberführen. Diese nun erleiden in unverkennbarer Weise Veränderungen, sie zerfallen und werden eingeschmolzen. Die Einschmelzung dokumentiert sich dermaßen, daß die vorher scharf umschriebenen Elemente zackig werden (Zelle *β*). Die Deformation wird mit der weiter schreitenden Einschmelzung immer stärker und der Komplex kleiner und kleiner. Ein Zerfall kommt dadurch zustande, daß die verbindende Grundsubstanz gelöst wird, so daß die Granula in einem mehr oder weniger regellosen Haufen zusammenliegen (Zelle *β*), um dann erst eingeschmolzen zu werden. In den meisten Fällen scheinen jedoch Zerfall und Einschmelzung nebeneinander herzugehen, derart, daß an verschiedenen Punkten der Peripherie zuerst die Zwischensubstanz und dann die Körnchen selbst gelöst werden.

Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, daß höchstwahrscheinlich all die beschriebenen Einschlüsse der Magenzellen in einem genetischen Zusammenhange miteinander stehen, doch lassen sich hinsichtlich ihrer eigentlichen Natur leider nur Vermutungen äußern.

Die Möglichkeit, daß die fraglichen Elemente parasitärer Natur seien, daß etwa die homogenen Körper den vegetativen Zustand, die Körnergruppen dagegen Stadien der Schizogonie darstellen, ist wohl aus dem Grunde auszuschließen, weil der Nachweis von Kernen innerhalb der Einschlüsse nie gelingt.

So bleibt nur übrig, sie entweder als Drüsensecrete oder als Assimilationszustände der aufgenommenen Nahrung anzusehen. In beiden Fällen wären also die grobgranulierten Komplexe, bzw. die aus ihrem Zerfall resultierenden unverbundenen Granula, das letzte sichtbare Produkt des Umwandlungsprozesses. Ich möchte mehr die zweite Auffassung befürworten, zu deren Gunsten sich auch geltend machen läßt, daß die homogenen Einschlüsse ganz besonders massenhaft in den Zellen solcher Tiere sich finden, deren Mägen stark mit Nahrung angefüllt sind.

Eine sichere Entscheidung in dieser rein physiologischen Frage muß dem künftigen Experiment vorbehalten bleiben, das ungefähr in folgender Weise angestellt werden könnte. Man müßte erstens einmal Tiere vor dem Schneiden einer ausgedehnten Hungerkur unterwerfen, diese Prozedur dadurch ergänzen und kontrollieren, daß man ausgehungerte Exemplare, die dann ebenfalls zu Schnitten verarbeitet würden, etwa mit Karminpartikelchen fütterte. Der Erfolg dieses letzten Versuches, der klarlegen soll, ob die Einschlüsse Secrete sind, hängt von der allerdings schwankenden Voraussetzung ab, daß die Magenzellen auf Karminteilchen ebenso reagieren, wie auf die eigentliche Beute.

Gast (16, S. 197) sah die Magenzellen von *Apsilus* »mehr oder weniger stark durchsetzt von kugeligen Körnchen (durchschnittlich 0,006 mm im Durchmesser), die . . . in Totalpräparaten und Schnitten durch ihre starke Färbbarkeit auffallen«. Auch noch viele andre Autoren erwähnen zumeist unter der Bezeichnung als Fett- oder Öltröpfchen Inhaltskörper der Magenzellen. Die im Darm von *Callidina* befindlichen können denen von *Eosphora* nicht analog sein, da sie ja, wie Zelinka (45, S. 466) berichtet, »durch Alkohol verschwinden«.

An den Magen setzt sich ein kürzerer oder längerer, an der Dorsalseite sich öffnender Enddarm (Fig. 1 *Re*) an, der durch Einmündung des Eileiters und Excretionsorgans zur Cloake wird. Seine Wände sind dünn und unbewimpert. Die Entfernung der feinkörnigen Faeces erfolgt ruckweise.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Der Mastax ist ein symmetrischer, dreiteiliger, in großer Ausdehnung von Gewebsmassen erfüllter Sack, dessen Dorsalseite zum Teil von ein- oder zweikernigen Muskelkästchen gebildet wird. In seiner hinteren Partie befinden sich zwei ungleich große, mehrkernige Drüsen. Er ist mit Ganglienzellen, die sich an einer Stelle zu einem Ganglion vereinigt haben, reich versorgt.

Die Kiefer haben einen hohen Grad der Ausbildung erlangt. Die Unci sind einzahnig. Die ebenfalls mit Zähnen versehenen Rami sitzen nicht dem Fulcrum auf, sondern sind mit zwei Gabelästen des letzteren, der Funda, eng verwachsen, die vermittels ihrer Elastizität die Rami mechanisch schließt. Als Drehpunkt für die Rami fungieren zwei Hakenstücke. Die Aufeinanderfolge der einzelnen Kieferbewegungen ist keinem Schema unterworfen, sondern kann variieren. Die zerkleinerte Nahrung hat einen eng umschriebenen Weg zu passieren.

Der Oesophagus ist ein langer dünnwandiger Schlauch, der hinter der Mitte des Mastax entspringt und der Cilien entbehrt. Ein Ganglion suboesophageale ist nicht vorhanden.

Die Magenwand besteht aus sehr großen, dicken Zellen, die in Form und Größe bilateral-symmetrisch angeordnet und konstant sind. Die Zellen besitzen drüsigen Charakter und enthalten Einschlüsse, die wahrscheinlich als aufgenommene Nährstoffe anzusehen sind. Der Magen ist der einzige Abschnitt des Verdauungskanals, dessen Lumen mit Wimpern ausgekleidet ist.

X. Muskelsystem.

Unsre so ungemein bewegliche Species ist im Besitz einer wohlentwickelten Muskulatur, welche Fig. 2 (Taf. IX) in Seitenansicht darstellt. Die histologischen Details wurden in dieser Zeichnung nicht berücksichtigt, weil sie weit besser Schnitten entnommen werden können. Auch die Mächtigkeit der Muskeln geht nicht immer genau aus Totalpräparaten hervor, und deshalb soll bei Nennung der einzelnen Stränge gleich auf ihre Querschnitte verwiesen werden, soweit letztere überhaupt in die Figuren eingetragen wurden. Alle Muskeln sind paarig, von den ringförmigen selbstverständlich abgesehen.

Nach dem Vorbilde Zelinkas (45, S. 422) unterscheidet man Haut- und Leibeshöhlenmuskeln.

Hautmuskeln. Diese zerfallen je nach ihrem Verlauf in Ring- und in Längsmuskeln. Erstere umschließen den Körper reifenartig, während die letzteren mit der Hauptachse des Tieres mehr oder weniger parallel verlaufen.

Die Ringmuskeln sind ganz geschlossen und in Fünfzahl vorhanden. Der vorderste (Fig. 2; Taf. XI, Fig. 8,2 und 8,3 *rm*) ist am stärksten. Es handelt sich um ein etwa 22 μ breites und bis 3 μ dickes Band, das kurz vor dem Rückentaster gelegen ist.

Ein andrer Ringmuskel (Fig. 2, 8,2 und 8,3 rm_1) verläuft in der Höhe der Magendrüsen. Er ist etwas schwächer (etwa 16 : 3 μ) und zeigt, ebenso wie der vorher genannte, im konservierten Zustande öfters Einschnürungen. Dieses Phänomen ist dadurch zu erklären, daß die nicht an der Hypodermis befestigten Muskelabschnitte etwas geschrumpft sind.

In ungefähr gleichen Abständen folgen sich nun drei dünne Muskeln (Fig. 2 rm_2, rm_3 und rm_4) mit einem Durchmesser von 2,5 μ.

Von längsverlaufenden Hautmuskeln sind nur zwei Paar festzustellen.

Das eine (Fig. 2 hlm_1) entspringt ventral ungefähr in der Mitte zwischen den Ringmuskeln rm_3 und rm_4, wendet sich dann schräg nach hinten und dorsalwärts und inseriert direkt oberhalb des Fußes mit drei Ästen.

Das zweite Paar konnte ich nur auf Schnitten beobachten (Taf. X, Fig. 3,6—3,9 und Fig. 4,2 *hlm*). Es sind unscheinbare, der Hypodermis meist ganz dicht angeschmiegte Muskeln, die nur dadurch interessant werden, daß sie den ersten Ringmuskel (Fig. 2 *rm*) an seiner Außenseite kreuzen, während alle übrigen Längsmuskeln an der Innenseite der Ringmuskeln passieren. Meines Wissens war bisher noch kein derartiges Verhalten bekannt, denn Gast (16, S. 180) zweifelt mit Recht daran, ob die Muskeln rm_{10} seiner Species wirklich zu den Quermuskeln gezählt werden dürfen. Über Ursprung und Insertion der genannten Stränge vermag ich nichts Näheres anzugeben.

Leibeshöhlenmuskeln. Davon sind drei Paar besonders kräftig entwickelt, nämlich ein dorsomedianes, ein dorsolaterales und ein ventrales Paar.

Das erste (Fig. 2 und 3,2—3,5; Taf. X, Fig. 3,6—3,12 und 3,14 lm_2) inseriert mit einigen Ästen ungefähr in der Mitte des Räderorgans (Fig. 3,2 lm_2) und begleitet das Gehirn, ihm an seiner Ventralseite dicht anliegend (Fig. 3,5—3,9 lm_2). In seinem weiteren Verlauf unter-

lagert es den retrocerebralen Apparat (Fig. 3,10—3,12 lm_2) und wendet sich dann dorsalwärts (Fig. 2 lm_2), um sich kurz hinter dem Ringmuskel rm_4 an der Haut festzusetzen.

Unter allen Längsmuskeln sind die beiden dorsolateralen (Fig. 2 und 3,5; Taf. X, Fig. 3,6, 3,7, 3,10, 3,11, 3,13 und 3,14 lm_3) am stärksten ausgebildet. Sie ziehen von der Matrix des Räderorgans (Fig. 3,5 lm_3) hinter den Ringmuskel rm_3 (Fig. 2), wo sie an der Cuticula entspringen.

Beide Muskelpaare dienen nur zur Retraktion des Räderapparates, wogegen die zwei ventralen Muskeln (Fig. 2 und Taf. X, Fig. 3,11 bis 3,14 lm_4) außerdem noch die Funktion haben, den Fuß zurückzuziehen. Sie verlaufen von der Mundgegend bis zum Ansatz der Zehen und bewahren in ihrem vorderen Abschnitt nur einen ganz geringen Abstand von der Hypodermis, ohne aber mit ihr in Verbindung zu treten.

Etwas lateral von diesen befindet sich ein weiteres, etwa 4 μ dickes Muskelpaar (Fig. 2 lm_5), das ebenfalls einen Konnex zwischen dem Kopf und dem Fuß herstellt.

Letzterer wird von noch einem Muskelpaar (Fig. 2 lm_6) durchsetzt, und zwar auf seiner Dorsalseite. Es entspringt hinter dem Ringmuskel rm_4 und hat einen ungefähren Durchmesser von 3,5 μ.

Die beiden letzten größeren, etwa 4 μ dicken Muskeln (Fig. 2 lm_7) liegen zwischen den Muskeln lm_5 und lm_3. Sie inserieren mit zwei deutlichen Gabelästen an der vorderen Region, die sie einziehen, und enden in der Höhe der lateralen Taster (lT).

Der Verlauf der schwachen, 2—3 μ dicken Muskeln (Fig. 2 und Taf. X, Fig. 3,6—3,9 lm_8, lm_9 und lm_{10}) wurde auf dem Totalbild, um öftere Kreuzungen zu vermeiden, etwas schematisiert. Sie verbinden sich dorsal mit der Matrix des Räderorgans, allerdings läßt unsre Querschnittserie nur den Ansatz der Muskeln lm_8, welche dabei unverhältnismäßig stark anschwellen, und lm_9 zweifelsfrei erkennen (Fig. 3,4 und 3,5 lm_8 und lm_9). Letztere gehen zum Rückentaster (Fig. 2 und Taf. XII, Fig. 15,1 lm_9), lm_8 und lm_{10} ziehen zur Haut und setzen sich hinter bzw. vor dem Ringmuskel rm_1 an ihr fest.

Im ganzen wurden also zehn Paar Leibeshöhlen- und zwei Paar Hautmuskeln, zu denen auch die fünf Ringmuskeln gehören, beschrieben, doch will ich mir nicht anmaßen, damit das Muskelsystem erschöpfend dargestellt zu haben.

Von den über das Räderorgan zerstreuten und dunkel gehaltenen muskulösen Elementen (Fig. 3,1—3,5), die eine Zugehörigkeit zu einem der Retractoren nicht erkennen lassen, soll keine weitere Notiz genommen werden. Nur vier Stränge (Fig. 3,2 m) möchte ich besonders

hervorheben, weil sie die Matrix des Räderapparates durchbrechen und teils bis an seine äußerste Peripherie zu verfolgen sind.

Histologie. Der von Zelinka (45, S. 426; 46, S. 377 und 47, S. 19) und andern für die von ihnen untersuchten Arten behauptete fundamentale Unterschied im histologischen Bau der Haut- und Leibeshöhlenmuskulatur ist jedenfalls bei *Eosphora* nicht vorhanden. Deshalb wäre es verfehlt, beide Muskelgruppen hinsichtlich ihrer feineren Struktur getrennt voneinander zu behandeln.

Wenn wir als Kriterium die Lagebeziehung der contractilen Substanz zum Sarcoplasma berücksichtigen, so erhalten wir folgende drei Gruppen, die mit einer zweifelhaften Ausnahme sowohl Haut- als Leibeshöhlenmuskeln umschließen:

1) Muskeln mit peripherer Anordnung der contractilen Substanz und axialem Sarcoplasma,
2) Muskeln mit einseitig angelagertem Sarcoplasma und
3) Muskeln ohne deutlich nachweisbares Sarcoplasma.

Zu der ersten Gruppe gehören die Leibeshöhlenmuskeln lm_8, lm_9 und lm_{10}. Auf Querschnitten (Taf. X, Fig. 3,8 lm_8 und lm_{10}) kann man ganz deutlich eine helle plasmatische Achse und die sie umgebende dunklere und homogene contractile Zone beobachten. Das Plasma enthält fast stets einige dunkle Körnchen, die wahrscheinlich Chromidien vorstellen und vielleicht den nie zur Anschauung gekommenen Kern vertreten. Die Muskeln lm_9 dieser Serie wurden meist etwas flächenhaft getroffen, doch ist an dem linken Querschnitt lm_9 von Fig. 3,9 ihre Zugehörigkeit zu diesem Typus immerhin noch zu erkennen.

Muskeln mit einseitiger Plasmaanlagerung sind am zahlreichsten vertreten und umfassen sowohl Haut- als Leibeshöhlenmuskeln. Von letzteren sind die drei starken Retractoren lm_2, lm_3 und lm_4 (Fig. 2) besonders interessant.

Führt man einen Querschnitt durch die Muskeln lm_2 (Taf. X, Fig. 3,14), so resultiert nicht etwa eine kompakte, einheitliche Muskelmasse, sondern die contractile Substanz ist gefaltet und gebogen, was natürlich zur Oberflächenvergrößerung dient. Die umstehende stark vergrößerte Textfig. 9 soll dies ganz deutlich zeigen. Das maschige, feingranuläre Plasma liegt auf der Dorsalseite des Muskels, muß aber die Faltungen mitmachen. Dadurch entsteht der Eindruck, als ob das Plasma stellenweise nicht nur einseitig, sondern doppelseitig Muskelsubstanz abgesondert hätte. Das ist aber sicher nicht der Fall. Viel-

mehr ist anzunehmen, daß ursprünglich in den Falten zwei getrennte Plasmaschichten vorhanden waren, die sekundär miteinander verschmolzen. Die Form dieser Muskeln bleibt sich nicht in ihrem ganzen Verlaufe gleich. Weiter hinten wird die Faltung geringer (Taf. XII, Fig. 24*a*); denkt man sich diesen Querschnitt eben ausgebreitet, so hat er eine ungefähre Ausdehnung von 20 μ. Das Plasma ist viel mächtiger als vorher und umschließt einen relativ kleinen Kern. Die quergeschnittene contractile Schicht erscheint immer homogen, dagegen läßt sie auf Längsschnitten (Taf. XII, Fig. 12 lm_2) einen dicht fibrillären Bau erkennen. Die Beschaffenheit des Plasmas ist hier etwas abweichend. Zwar ist seine netzige Struktur sehr hübsch ausgeprägt, aber es enthält drei größere Kugeln und zahlreiche kleine Granula, die alle in ihrem färberischen Verhalten mit der contractilen Substanz in hohem Maße übereinstimmen, d. h. sie tingieren sich mit Orange G gelbbraun. Die Plasmazone wird nach vorn desto dünner, je enger sich der Muskel dem Gehirn (*Ce*) anschmiegt, und an dieser Stelle möchte ich einen Fehler rektifizieren, in den ich verfallen bin. In die Fig. 3,5—3,9 wurden die Muskeln lm_2 so eingetragen, als ob das Plasma auch dorsal von einer Muskelschicht umschlossen würde. Das hat sich bei einer nochmaligen Prüfung als unzutreffend erwiesen, und überall konnten die oben geschilderten Beziehungen festgestellt werden.

Textfig. 9.
Dorso-medianer Retractor. Stark vergr.

Auch die beiden dorsolateralen Retractoren (Fig. 2 lm_3) suchen durch Umschlagen der Enden und Knickungen (Taf. X, Fig. 3,11 lm_3), verbunden mit warzenartigen Ausstülpungen (Fig. 3,14 lm_3), ihre Oberfläche zu vergrößern. Die contractile Schicht sieht wieder vollkommen homogen aus, ist aber, wie vorher, in Wirklichkeit fein fibrillär. Das Plasma liegt an ihrer Außenseite, der Körperwand zugekehrt, und enthält öfters chromidiale Elemente (Fig. 3,11, links lm_3). Im gestreckten Zustande dürfte jeder Muskel etwa 26 μ messen. Auf Fig. 6 und 7 (Taf. X) sind sie bedeutend kleiner und bilden ungefähr einen rechten Winkel. Der Plasmabelag ist hier sehr unklar, scheint aber im Gegensatz zu allen andern Schnitten dem Muskel von innen anzuliegen.

Die Histologie der ventralen Rückzieher (Fig. 2 lm_4) kann arg mißverstanden werden. Betrachtet man ihre Querschnitte (Taf. X, Fig. 3,11—3,14 lm_4), so meint man, es handle sich um Muskeln, die ihrer centralen Plasmaachse und peripheren contractilen Zone wegen schon bei Besprechung des ersten Typus hätten genannt werden müssen.

Dem ist aber nicht so. Die contractile Schicht besteht aus einer einfachen Lage relativ sehr großer Fibrillen (s. z. B. Fig. 3,12 lm_4), die aber nicht die ganze Peripherie einnehmen, sondern die voneinander abgekehrten Seiten der ovalen Querschnitte freilassen. An dieser Stelle grenzt also das Plasma direkt an die Oberfläche, und man ist anfangs nicht wenig erstaunt über die scheinbar grundverschiedene Beschaffenheit eines Querschnittes (Taf. XII, Fig. 24*b*) durch die weiter hinten gelegene Portion desselben Muskels. Er ist nur noch schwach geknickt und hakenförmig gebogen und mißt ungefähr 28 μ. Das Plasma liegt deutlich einseitig und befindet sich nicht der Körperwand zugekehrt, sondern an der Innenseite des Muskels. Wird nun dieser Muskel zusammengeklappt, indem man seine rechte Hälfte der linken so weit nähert, bis sich die Plasmazonen berühren, und läßt man dann diese sekundär miteinander verschmelzen, so erhält man genau das Bild des linken Retractors lm_4 von Fig. 3,12 (Taf. X), abgesehen von einer unwichtigen Größendifferenz und dem unterschiedlichen Aussehen der contractilen Substanz. Ist diese hier klar in grobe Fibrillen gesondert, so ist die des aufgeklappten Muskels (Fig. 24*b*) homogen oder richtiger, feinst fibrillär, was aus Längsschnitten hervorgeht.

Eine derartige wechselnde Sichtbarkeit der Fibrillen trifft man auch bei den beiden größeren Ringmuskeln (Fig. 2 *rm* und rm_1) an. Sie erscheinen entweder dicht körnig, wobei die Dicke der Muskeln stets von zahlreichen Fibrillen aufgebaut wird, oder sind ganz oder teilweise homogen (Taf. XI, Fig. 8,2 und 8,3 *rm* und rm_1). Ihr Innenrand, dem das manchmal nicht mehr nachweisbare Plasma anliegt, ist meist gezackt. Der vordere Ringmuskel hat die Neigung, stellenweise in eine kleinere und eine größere Portion zu zerfallen (Fig. 8,2 rechts und Fig. 8,3 links). Beide Teile hängen dann nur noch durch zwei feine Konturen, die vielleicht die Grenzen einer Plasmabrücke darstellen, zusammen.

Als weitere Vertreter dieses Typus sind die Hautlängsmuskeln hlm_1 und die Leibeshöhlenmuskeln lm_5, lm_6 und lm_7 (Fig. 2) zu nennen. Fig. 24*c* (Taf. XII) stellt einen Querschnitt durch den rechten Muskel lm_5 dar. Die contractile Substanz ist homogen und halbmondförmig, das Plasma liegt auf der linken Seite und umschließt einen Kern, der dem von Fig. 24*a* entspricht.

Ob die dritte Gruppe, bei der das Sarcoplasma zur Bildung der contractilen Substanz ganz verbraucht wurde, aufrecht erhalten werden kann, ist fraglich. Zu ihr rechne ich die Ringmuskeln rm_2, rm_3 und rm_4 (Fig. 2), die Hautlängsmuskeln *hlm* (Taf. X, Fig. 3,6—3,9)

und die Leibeshöhlenmuskeln lm_{11} (Fig. 3,6—3,9). Ihr aller Querschnitt fällt meist absolut homogen aus, aber hier und da glaubte ich doch in der Mitte eine ganz dünne körnige Achse zu sehen.

Von einer Wertung der Ein- oder Vielzelligkeit der durchweg glatten Muskeln wurde bei dieser histologischen Einteilung mit Fleiß Abstand genommen, weil der meist überaus schwierige Nachweis von Kernen einer sicheren Entscheidung hindernd im Wege steht. Ich kann also auch nicht angeben, ob Zelinka (45, S. 426) recht hat, wenn er sagt, daß alle Leibeshöhlenmuskeln lediglich aus je einer Zelle bestehen. Wahrscheinlich kommt mir dies allerdings nicht vor.

Nur von einer einzigen, der schon einmal genannten Zelle *Z* in Fig. 8,7 (Taf. XI), die ich einesteils ihres Verlaufes, andernteils ihrer Struktur wegen für eine Muskelzelle halte, kann ich die Einkernigkeit mit Bestimmtheit behaupten. Sie liegt ziemlich weit vorn im Räderorgan und verbindet in einem schwachen Bogen die Matrix der beiden Ohren (*Au*). Die Zelle besitzt die ganz exorbitante Länge von 85 μ. Der nach hinten ausgebuchtete helle, fast homogene Zellkörper mit einem 4 μ großen ovalen Kern liegt in der Mitte und ist frei von der Substanz der zwei Fortsätze. Diese ist leicht faserig und tingiert sich, wie alle Muskeln, stark mit Orange G. Da die Ohren nicht für sich allein ein- und ausgestülpt werden können, so hat die contractile Faserzelle wohl die Funktion, im gegebenen Moment das Vorderende zu verschmälern, damit es leichter zurückgezogen werden kann.

Innervation. Hinsichtlich der Innervation der Muskulatur muß ich mich im wesentlichen auf eine Aufzählung von nervösen Elementen beschränken, die ihrer Lage nach die Innervation besorgen könnten. Da nämlich, soweit Nerven in Frage kommen, niemals besondere Endapparate beobachtet werden konnten, so ist auf Schnitten nicht einwandfrei festzustellen, ob ein Nerv auch tatsächlich an einem Muskel endigt. Anderseits können eng mit Muskeln liierte Ganglienzellen diesen Platz gewissermaßen nur zufällig, wenn auch konstant, einnehmen.

Es ist möglich, daß die beiden dorsomedianen Retractoren (Fig. 2 lm_2) direkt vom Gehirn aus innerviert werden. An seiner Ventralseite ruht ein dunkler Stab mit knötchenartig angeschwollener Basis (Taf. X, Fig. 3,9 *x*), der dorsal bis zur angeschnittenen Augenzelle (*oc*) reicht. Er liegt aber bedeutend höher als diese, kann also mit ihr keine Gemeinschaft haben. Zu seinem unteren Abschnitt zieht von zwei symmetrisch gelagerten Gehirnzellen je ein Fäserchen, an dessen Ursprungsstelle sich ein Chromidium befindet. Vom ventralen Stabende geht nach links und rechts zu den Muskeln lm_2 ein feiner Faden.

den ich nicht für die Gehirnmembran halten möchte. Ein Teil der Oberfläche der Rückzieher ist ganz scharf und dunkel begrenzt. Dergleichen ist oft zu konstatieren und wohl dem optischen Verhalten der contractilen Substanz zuzuschreiben. Wo nun die Fäden mit letzterer zusammentreffen, ist der scharfe Kontur ganz unvermittelt abgebrochen.

Einen andern Fall repräsentiert Fig. 23*b* (Taf. XII). Der lange Fortsatz einer unipolaren Rumpfganglienzelle läßt sich bis zu einem Leibeshöhlenmuskel ohne deutliches Plasma verfolgen, ohne daß ich aber mit Sicherheit angeben könnte, daß der Ausläufer sich auch wirklich mit ihm verbindet.

Schließlich möchte ich noch einige Befunde besprechen, bei denen nicht Nerven, sondern die Zellen selbst mit Leibeshöhlenmuskeln in Zusammenhang stehen.

Dem vertikalen Ast des rechten dorsolateralen Retractors lm_3 (Taf. X, Fig. 3,7) ist eine Ganglienzelle (Gz_1) dicht angeschmiegt. Auf der linken Seite verhält es sich genau ebenso (Fig. 3,6*C*). Es wurde schon weiter oben die zweifelhafte Lage des Muskelplasmas auf diesen beiden Querschnitten hervorgehoben, und hier soll wiederholt werden, daß es eher an der Innenseite des Muskels, also der Ganglienzelle entgegengesetzt, sich befindet als außen. Wie wenig Wert solchen Lagebeziehungen zwischen Muskeln und Ganglienzellen beigemessen werden darf, geht daraus hervor, daß einige Schnitte weiter hinten dieselben Retractoren wieder von Ganglienzellen angelagert werden, eine doppelte Innervation des gleichen Muskels aber wohl nicht anzunehmen ist. Auf diesen Schnitten (Taf. X, Fig. 3,10 und 3,11 linker bzw. rechter Retractor lm_3) liegen die Zellen (Gz_1) zweifellos der contractilen Substanz an, doch kann auch das Gegenteil vorkommen (Taf. XII, Fig. 23*d*). Hier hat sich eine Ganglienzelle von der Plasmaseite her etwas in die contractile Substanz eines der beiden dorsomedianen Retractoren eingebohrt, die also, da wir sie schon auf Fig. 3,9 (lm_2) vom Gehirn aus innerviert sahen, ebenfalls eine zwiefache Versorgung aufweisen würden.

Die angeführten Fälle beweisen wenigstens so viel, daß man in der Innervationsfrage nicht vorsichtigt genug sein kann.

Kurze Zusammenfassung des Wesentlichsten.

Die nirgends quergestreifte Muskulatur liegt hauptsächlich zwischen den Seiten des Tieres und seiner ventralen Mittellinie, während sie ganz dorsal nur schlecht entwickelt ist.

An Hautmuskeln sind fünf geschlossene Ringmuskeln und zwei

Paar Längsmuskeln vorhanden. Eins von diesen verläuft im Gegensatz zu allen übrigen außerhalb des ersten Ringmuskels.

An Leibeshöhlenmuskeln sind zehn Paar vorhanden, von denen ein dorsomedianes, ein dorsolaterales und ein ventrales Paar besonders kräftig ausgebildet sind. Ihre Oberfläche wird durch Falten und Krümmungen vergrößert.

Zwischen dem histologischen Bau der Haut- und der Leibeshöhlenmuskeln besteht kein prinzipieller Unterschied. Die contractile Substanz setzt sich aus feineren oder gröberen Fibrillen zusammen, wahrscheinlich auch die der ganz schwachen Muskeln. Das Plasma ist hell, netzig und enthält meist Chromidien. Es bildet entweder die centrale Achse des Muskels oder liegt ihm einseitig an oder fehlt gänzlich (?). Der zweite Modus ist am häufigsten vertreten.

Eine riesige einkernige Muskelzelle ist im Räderapparat zwischen den beiden Ohren ausgespannt.

2. *Hydatina senta* Ehg.

Von *Hydatina senta* stand mir, wie schon eingangs erwähnt, nur eine ungenügende Anzahl von Exemplaren zur Verfügung. In der langen Spanne Zeit, die ich auf die Materialsammlung verwandte, traf ich diese Species lediglich ein einziges Mal an, und nur mit einem Gefühl von Wehmut konnte ich der Berichte gedenken, die von ihrem manchmal massenhaften Auftreten erzählen. Nach Tessin (41, S. 140), dem Bearbeiter der Rotatorienfauna Rostocks, scheint sie nur im Frühjahr häufig zu sein. Es ist wohl kaum übertrieben, wenn ich sage, daß diese entzückenden Tierchen beinahe faszinierend auf mich wirkten. Die Eleganz ihrer Form, die Elastizität ihrer Bewegungen, die hübschen Farben zusammen mit der Transparenz ihres Körpers vereinigen sich zu einem Bilde reinster Augenweide.

Meine Tierchen wurden Mitte März dem »Wallgraben« entnommen, und unglücklicherweise waren damals meine technischen Versuche noch nicht weit gediehen, so daß die Konservierung der Exemplare, besonders ihres Gehirns, etwas zu wünschen übrig läßt. Deshalb soll auf eine Besprechung feiner histologischer Details verzichtet und nur einige Angaben über die Verhältnisse der vorderen Körperregion gemacht werden.

Räderorgan.

Ein Querschnitt in der Höhe des Ganglions hat einen ungefähr hufeisenförmigen Umriß (Taf. XII, Fig. 26), dessen ventraler Ausschnitt

zum Mastax führt. Besonders auffallend ist eine größere Zahl verschieden geformter, fast stets mehrkerniger und hier zumeist nur angeschnittener Zellen, von denen die Mehrzahl der Körperwand genähert ist oder ihr eng anliegt. Fig. 27 zeigt eine vollgetroffene derartige Zelle von spindelförmiger Gestalt, die unpaar in der dorsalen Medianebene gelegen ist und eine größte Ausdehnung von 45 : 17 μ besitzt. Sie liegt der Cuticula dicht an — ein feiner heller Hypodermisstreifen unter der cilienfreien Cuticula, der der Hypodermis von *Eosphora* entspricht, wurde überall vernachlässigt — und umschließt vier große, helle Kerne, die einen recht umfangreichen Nucleolus aufweisen. Neben diesen können noch einige wenige, kleine chromatische Körnchen vorhanden sein, die in den Maschen eines feinen Liningerüstes ruhen. Das Plasma (Fig. 28 und 29) besteht aus verschieden großen, hellen Vacuolen, deren Scheidewände reich mit dunklen Granula besetzt sind, die als Chromidien in Anspruch genommen werden müssen. Besonders bemerkt zu werden verdient, daß in Fig. 28 die beiden Zellen nicht ganz getrennt sind, sondern durch eine schmale Brücke miteinander kommunizieren.

Plasmastruktur und Bau der Kerne sprechen beredt für die drüsige Natur dieser Zellen, und wenn wir an die Verhältnisse bei *Eosphora* zurückdenken, so werden wir uns erinnern, auch dort ganz ähnliche Elemente gefunden zu haben, nur daß bei *Hydatina* die Nucleolen etwas größer sind, daß Verbindungen zwischen zwei nebeneinander liegenden Zellen, die oft mehr als zwei Kerne enthalten, vorkommen, und daß ihre Lagebeziehung zu der gleich zu erwähnenden Cilien bildenden Matrix meist eine innigere ist.

Wie bei *Eosphora*, so wurden auch hier diese Zellen bis jetzt als Matrix selbst angesehen. Dort ist, wie ich glauben möchte, der Beweis gelungen, daß jene Komplexe mit der Produktion von Cuticula und Wimpern gar nichts zu schaffen haben. Bei *Hydatina* sind die Beziehungen zwischen Cilien bildendem Gewebe und den Zellen etwas schwieriger zu klären. Wenn sich auch meine Person für die absolute Heterogenität beider ausspricht, so muß doch zugegeben werden, daß nicht alle der möglichst objektiv ausgewählten und wiedergegebenen Befunde für meine Überzeugung sprechen.

Ganz fest steht, daß die Erzeugung von Cilien von einem Gewebe ausgeht, das histologisch von den genannten Zellen verschieden ist. Es ist wie bei *Eosphora* ein dichter, fast homogener Saum, der direkt unter der Cuticula verläuft und die Wimperwurzeln umschließt (Fig. 26, 28 und 29 *M*). Von ihm kann man unter den beiden mehr dorsal

gelegenen Cilienbüscheln (Fig. 26) nichts konstatieren, doch läßt sich dem Präparat unschwer entnehmen, daß sie nicht an Ort und Stelle gewachsen sind. Desgleichen scheint Fig. 30 (Taf. XII) eines derartigen Saumes zu entbehren. Trotz des Vorhandenseins von Wimpern und Wimperwurzeln tritt uns nur eine einheitliche und schlecht koagulierte Masse entgegen, die aber auf den ersten Blick erkennen läßt, um was für ein minderwertiges Präparat es sich handelt.

Der dunkle Saum kann a priori auf zweierlei Weise entstanden sein. Entweder verdankt er seine Existenz einer Differenzierung der drüsigen Zellen, und dann würden diese letzteren noch zur Matrix zu rechnen sein, oder aber er stellt eine selbständige Bildung vor. Diese Frage erledigte sich durch den Nachweis von andersartigen Kernen in dem Saum ganz von selbst, und in der Tat finden sich öfters kleine dunkle Körnchen, die von einem schmalen hellen Hof umgeben (Fig. 29 *M*) und den ebenfalls schwer sichtbaren Matrixkernen von *Eosphora* sehr ähnlich sind. Doch muß ich gestehen, daß ich mich nicht ganz einwandfrei von ihrer Kernnatur überzeugen konnte, was die Ausscheidung dieses wichtigsten Punktes als Kriterium erheischt.

Gegen die Annahme einer bloßen Differenzierung spricht, daß öfters mit der histologischen Grenze eine scharfe mathematische einhergeht (Fig. 26 und 29 *M*), was wohl kaum zu verstehen wäre, wenn es sich nicht um verschiedene Bildungen handelte. Allerdings besitzen die großen Zellen, ganz ähnlich den Verhältnissen bei *Eosphora*, nicht immer einen deutlichen Kontur (Fig. 28), und wenn man nur solche Bilder zu Gesicht bekommt, könnte man sich leicht dazu entschließen, einer Differenzierung das Wort zu reden. Ferner ist noch zu bemerken, daß man hier und da ein Stück des dunklen Saumes mit Cilien antrifft, ohne daß er von Zellen unterlagert wäre, gewiß ein Verhalten, das meiner Auffassung sehr zugute kommt. Wenn weiterhin ein und dieselbe Zelle auf einem Schnitt dem Saum angelagert ist, auf dem folgenden (Fig. 27) dagegen direkt an die Cuticula bzw. einen feinen, von dem dunklen Saum verschiedenen Hypodermisstreifen grenzt, so kann dies durch die hier vertretene Ansicht ganz zwanglos erklärt werden. Etwas gesucht klingt die Deutung aber dann, wenn man annehmen muß, daß die Zellen nicht überall da, wo sie der Cuticula anliegen, sich differenziert und Wimpern gebildet haben.

Ich halte also dafür, daß die Drüsenzellen der selbständigen Matrix nur eng angeschmiegt sind, was sicherlich die Stabilität des Räderapparates zu erhöhen imstande ist, daß sie aber an der Bildung der Matrix in keiner Weise beteiligt sind. Sie sind fast ebenso gebaut wie

die von *Eosphora* und werden vielleicht auch hier für die Bildung der Blutflüssigkeit verantwortlich gemacht werden können. Daneben wirken sie wohl auch als Polsterzellen bei der Kontraktion des Tieres. Kopfzellen fehlen bei *Hydatina* gänzlich.

Nervensystem.

Die Umrisse des Gehirns sind auf Totalpräparaten recht wohl festzustellen. Von oben gesehen ist es ein ziemlich regelmäßiges, etwas quer verlängertes Viereck, dessen vordere und hintere Kante Leydig (30, Taf. XVI, Fig. 2 *c*) ein wenig zu kurz gezeichnet hat. Die von ihm eingetragenen Nerven sind bestimmt vorhanden, doch nicht die einzigen, die das Gehirn verlassen.

Auch auf Querschnitten (Taf. XII, Fig. 26 *Ce*) ist das Ganglion viereckig und hat einen lateralen Durchmesser von etwa 36 μ, einen dorsoventralen von ungefähr 16 μ. Die Rindenschicht, deren Elemente bedeutend kleiner zu sein scheinen als bei *Eosphora*, liegt außen, die Fasersubstanz innen und ventral. Vom Gehirn gehen verschiedene ansehnliche — sagen wir vorläufig — Nerven ab. Zwei (*Sz*) entspringen seinen oberen Ecken und ziehen seitlich und dorsalwärts; ein andres Paar (Sz_1) verläuft von der Mitte der Seitenkanten fast horizontal nach außen. All diese Stränge zeigen in einiger Entfernung vom Cerebrum eine Anschwellung, die einen Kern umschließt, so daß wir jene Ausläufer mit Fug und Recht als lange spindelförmige Zellen bezeichnen können, und zwar als Sinneszellen, da sich wenigstens zwei von ihnen ganz bequem bis zur Cuticula verfolgen lassen und dort sicherlich mit der Außenwelt irgendwie in Verbindung treten. In ihrem Verlaufe legen sie sich teilweise dicht an die Drüsenzellen an, ohne aber mit ihnen in intimeren Beziehungen zu stehen.

Masius (32, S. 670 und Taf. XXV, Fig. 2) läßt bei *Asplanchna helvetica* zu den meisten der zahlreichen »Räderapparatzellen« einen unmittelbar vom Gehirn entspringenden Nervenfaden ziehen, in dessen Verlauf eine Ganglienzelle eingeschaltet ist. Sicherlich produzieren all diese »Räderapparatzellen« keine Cilien und sind in ihrer Mehrzahl Drüsenzellen, teilweise vielleicht auch Kopfzellen, wie wir sie bei *Eosphora* gefunden haben. Handle es sich aber nun um Kopf- oder um Drüsenzellen, eine derartig energische Innervation scheint mir nicht recht plausibel, und ich vermute hinter den meisten dieser Nervenzüge Sinneszellen, die ähnlich wie bei *Hydatina* direkt zur Cuticula gehen. Auch bei Delage und Hérouard (11, S. 187) kann man lesen, daß auf alle Fälle bei *Asplanchna* jede Räderapparatzelle vom Gehirn aus

mit einem Nervenfaden versorgt wird. Da die diesbezügliche Masius-sche Abbildung übernommen wurde (S. 213), so ist wohl nicht anzunehmen, daß diese Angabe auf eigner Anschauung beruht.

Die vier genannten Sinneszellen (Fig. 26 *Sz* und Sz_1) stehen mit Rindenzellen in Verbindung. Anders verhält es sich bei einem Paar von Fortsätzen (Fig. 26 *n*), die das Gehirn an seinen ventralen Ecken verlassen. Trotz der ungenügenden Konservierung ist doch ganz deutlich zu sehen, daß sie aus der Fasersubstanz entspringen, also in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit Ganglienzellen sich befinden, Verhältnisse, wie wir sie auch bei *Eosphora* angetroffen haben.

Seitlich vom Cerebrum liegen noch zwei kleine nervöse Zellen (*Gz*), von denen die linke durch einen Ausläufer mit dem Gehirn in Verbindung steht.

Obwohl schon so viele Autoren sich mit *Hydatina* beschäftigt haben, so ist diese Form doch noch ein vorzügliches Objekt, dessen Studium reiche Früchte tragen wird.

3. *Euchlanis dilatata* Ldg.

Retrocerebraler Apparat.

Bei *Eosphora* ist die Erscheinung des vital mit Neutralrot gefärbten retrocerebralen Sackes im wesentlichen immer dieselbe. Die Secretmasse schwankt zwar erheblich, aber nie ist etwas besonders Abweichendes zu sehen. Bei *Euchlanis* dagegen sind die Bilder hinreichend verschieden, was durch drei Figuren (Taf. XII, Fig. 31—33) veranschaulicht werden soll. Sie stellen aber gewissermaßen nur kinematographische Einzelbilder dar, denn die Zahl der Abweichungen ist eine recht große.

Die Differenzen scheinen durch mannigfache Momente bedingt zu werden. Eine bedeutende Rolle spielt die Größe der augenblicklichen Secretanhäufung, die ja bei allen Drüsen Schwankungen unterworfen ist. Ferner kommen die mit der Dauer der Neutralroteinwirkung in Zusammenhang stehenden Veränderungen in Betracht, nicht nur, daß oft immer neue Secretkugeln zum Vorschein kommen, sondern es können auch Secrete plötzlich wieder verschwinden, was vielleicht, wie später erörtert werden soll, geeignet ist, etwas Licht auf die Natur dieser Substanzen zu werfen. Schließlich wird auch der Bau des Organs bei den verschiedenen Tieren etwas variieren.

Der retrocerebrale Sack (*rS*) ist zu einer mächtigen Ausbildung gelangt. Er bedeckt den größten Teil des Mastax (Fig. 32 *ma*) und

überragt das Gehirn (Fig. 34 *Ce*), in das er wie bei *Eosphora* dorsal eingelassen ist (Taf. XIII, Fig. 38), um ein bedeutendes. Seine Länge beträgt ungefähr 65 μ. Allerdings entspricht der Sack in dieser Ausdehnung nicht nur dem hinteren erweiterten Abschnitt bei *Eosphora*, sondern diesem und dem unpaaren Ausführgang. Denn wie ein Blick auf Fig. 31 (Taf. XII) zeigt, ist bei *Euchlanis* kein medianer Ductus vorhanden, sondern an den Sack schließen sich gleich die paarigen Kanäle an. Wenn seine Membran sich nicht auf die Ausführgänge fortzusetzen scheint, so ist dies lediglich der Ausdruck einer Krümmung.

Der Umriß der Drüse (Fig. 31) ist etwa birnförmig, das verbreiterte Ende fußwärts gerichtet. Die Cuticula ihrer hinteren Partie, welche durch eine Einkerbung zweigeteilt wird, ist leicht gefaltet. Zu beiden Seiten und direkt über dieser Einkerbung liegen einige wenige, durch ihre Größe imponierende homogene Secretkugeln, zwischen denen sich ein paar sehr stark gefärbte, fast schwarz erscheinende kleinere Körner befinden. Der ganze übrige Raum wird von ungefärbten polygonalen Vacuolen eingenommen. Die Ausführgänge erscheinen, weil secretleer, dünn und münden auf zwei ansehnlichen, von Cilien entblößten Papillen (*P*) des Räderorgans. Die beiden Kanäle lassen sich nicht ganz bis an den äußersten Rand dieser Höcker verfolgen, sondern endigen kurz davor quer abgeschnitten.

Wesentlich anders sieht der retrocerebrale Sack auf Fig. 32 aus. Links und rechts von der hinteren Einkerbung befinden sich Vacuolen, die nach vorn von einer vacuolenfreien und schwach mit Neutralrot tingierten Partie begrenzt werden. Letztere reicht nirgends bis an die Cuticula heran, und ihre Färbung wird nach vorn immer schwächer. Diese homogene Partie verjüngt sich ziemlich unvermittelt zu einem medianen Kanal, der sich in seinem weiteren Verlaufe gabelt. Wir haben also jetzt auch hier wie bei *Eosphora* einen zuerst unpaaren, sich aber dann teilenden Gang. Das Merkwürdige und Abweichende besteht vorzüglich darin, daß bei *Euchlanis* der unpaare Ductus nicht präexistiert, sondern erst beim Vorhandensein größerer Secretmassen auftritt. Im hintersten Teil der vacuolenfreien Zone, die fast ganz von vacuolisiertem Gewebe umschlossen wird, liegt eine schier symmetrische Anhäufung der kleinen uns ja schon von Fig. 31 her bekannten schwärzlichen Körnchen, von denen man nur selten etwas in den Ausführgängen antrifft. Auf diese Körnchenansammlung folgt das gewöhnliche, schwächer oder stärker tingierte Secret (Fig. 32). Es besteht aus meist rundlichen homogenen, gekörnelten oder von kleinen Hohlräumen durchsetzten Elementen, die nie den Umfang

erreichen wie die von Fig. 31. Die secreterfüllten und sich in eine Spitze ausziehenden Gabeläste sind recht deutlich und lassen sich bis an das vorderste Ende der Papillen (*P*) verfolgen.

Ganz abgesehen von der etwas andern äußeren Form des retrocerebralen Sackes, fällt auf dem dritten und letzten Totalbilde (Fig. 33) besonders die reihenförmige Anordnung der Drüsenprodukte auf. Sie sind so regelmäßig orientiert, daß man geradezu von Secretstraßen sprechen kann, die sich nach hinten stark verschmälern und dort aus Elementen von nicht mehr genau bestimmbarer Gestalt bestehen. Es scheinen vorwiegend Körner zu sein. Die ganze secretenthaltende homogene Partie, die wieder von vacuolisiertem Gewebe umgeben wird, ist hier farblos, und der unpaare Ausführgang bedeutend schmäler als auf Fig. 32.

Die Bewegung und Ausstoßung der Drüsenprodukte ist recht eigentümlich, und *Euchlanis* macht dieses Studium nicht allzu schwierig, weil das festgeklemmte Tier keine große Neigung zur Retraktion des Räderapparates zeigt. Zuerst kann man wohl kaum mehr wahrnehmen als eine plötzliche, pfeilschnelle, schießende Bewegung in den Ausführgängen, die nur den Bruchteil einer Sekunde dauert, um dann einer völligen Ruhe zu weichen. Wir wollen von einem Zustand ausgehen, wie ihn Fig. 32 darstellt, also ein Stadium, in dem sich im vordersten Abschnitt der Gabeläste je eine Secretkugel befindet. Nach einiger Zeit gibt es einen Ruck und jederseits werden ein bis vier Secretkugeln ausgestoßen. Währenddessen rückt ein Teil des übrigen Secrets von hinten weiter nach vorn. Bei diesem Aufrücken gelangen zwei Secretkugeln entweder in den vordersten Abschnitt der Gabeläste, und dann wiederholt sich der beschriebene Vorgang, oder aber ihre vordere Partie bleibt vorläufig frei von Secret (Fig. 33). In diesem Falle werden zunächst zwei Kugeln in die Spitzen der Gabeläste geschleudert, was wieder mit einem Aufrücken des übrigen Secrets verbunden ist. Damit haben wir den Kreis geschlossen. Die ausgestoßenen Drüsenprodukte werden durch die Tätigkeit des Räderorgans schnell in einer Spirale gedreht, um dann plötzlich den Blicken zu entschwinden. Alles Suchen ist vergeblich, und daraus geht hervor, daß sich die Secretkugeln in dem umgebenden Wasser lösen.

Die prachtvoll schöne Vacuolenstruktur, die die Drüse (*rS*) in ihrer ganzen Ausdehnung, also einschließlich der Ausführgänge (Fig. 34) beherrscht, lassen auch Schnitte (Fig. 34; Taf. XIII, Fig. 37 und 38) mit aller nur wünschenswerten Klarheit erkennen. Die Vacuolenwände sind gleichmäßig dick und besitzen sehr häufig die Gestalt eines Sechsecks.

Nur das Plasma direkt unter der abgrenzenden Membran zeigt eine andre Beschaffenheit (Fig. 35). Dort bildet es ein in den übrigen Zeichnungen vernachlässigtes fast homogenes Polster, das die überaus spärlichen und ausschließlich wandständigen Drüsenkerne birgt.

Die beiden Papillen, auf denen der retrocerebrale Sack mündet, haben auf dem Querschnitt (Taf. XIII, Fig. 39) ungefähr die Form einer Tonne. Sie umschließen das dreiteilige Lumen der Gabeläste, das deutlich vacuolär gebaut ist. Ein Flügel ist dorsalwärts gerichtet, die beiden andern lateral- und ventralwärts. Zwischen je zwei Flügeln befindet sich eine Mulde, und in dieser liegt ein kräftiger Muskel, dessen einzelne Fibrillen bei Apochromatvergrößerung bequem sichtbar werden. Diese drei Muskeln sind sicher in hervorragender Weise an der Ausstoßung der Secrete beteiligt. Höchstwahrscheinlich ist auch die Peripherie der Papillen, abgesehen von ihrer ventralen Partie, muskulös, und vielleicht auch die Wand des dreiteiligen Lumens selbst. Das noch restierende Papillengewebe besteht aus unregelmäßigem, bis auf den schmäleren ventralen Streifen ziemlich dunkel gefärbtem Protoplasma.

Das Secret ist bei *Euchlanis* meist auch auf Schnitten nachzuweisen, aber nicht in Form von Kugeln wie an vital gefärbten Tieren, sondern als eine von mehr oder weniger hellen Stellen durchsetzte zusammenhängende Masse, die sich mit Hämatoxylin intensiv blau färbt (Taf. XII, Fig. 34; Taf. XIII, Fig. 36 und 37). Ihren Hauptproduktionsort bildet der hintere Abschnitt der Drüse, der entweder in seiner ganzen dorsoventralen Ausdehnung Secret enthält (Fig. 34) oder nur in seiner ventralen und seitlichen Partie (Fig. 36 und 37). Man trifft aber auch Objekte, die gar kein oder doch nur ganz spärliches Secret aufweisen, und wieder andre, deren Secretgehalt den der reproduzierten Fälle um ein bedeutendes übertrifft.

Der in Höhe der Einkerbung geführte Querschnitt (Fig. 37) läßt merkwürdigerweise eine gewisse Symmetrie der Secretverteilung erkennen, die auch dem Frontalschnitt (Fig. 36) nicht ganz abgeht.

Wenn auch, wie schon gesagt, die Secretion hauptsächlich am hinteren Ende stattfindet, so mangelt sie der übrigen Region doch nicht gänzlich, was klipp und klar aus der Farbreaktion hervorgeht. Der ziemlich weit vorn geführte Querschnitt (Fig. 38) zeigt eine prägnante blaue Tinktion, die in einer etwas schwächeren Tönung auch auf allen andern Figuren sichtbar ist, ja sogar das Lumen in den Papillen (Fig. 39) läßt etwas davon erkennen.

Ein Widerspruch in der Darstellung muß noch diskutiert werden. Ich meine den Formzustand des Secrets, das uns ja bei den vital

gefärbten Tieren als Kugeln, auf Schnitten als zusammenhängende Masse entgegentrat. Welches Verhalten ist das natürliche? Ich glaube das letztere, und zwar vorzüglich deshalb, weil an ungefärbten Tieren von Secret absolut nichts zu sehen ist. Wenn es nicht als homogene Masse, sondern in Form von Kugeln auftreten würde, so könnten diese ebensowenig wie ihre Ausstoßung dem stark bewaffneten Auge entgehen. Am hinteren Drüsenende fällt wohl oft eine Substanzanhäufung auf, die aber nie scharf in Kugeln gesondert ist. Wenn also wirklich die Secretkugeln gewissermaßen nur Artefakte vorstellen, so kann man für ihr Zustandekommen lediglich das Neutralrot verantwortlich machen.

Es scheint zunächst gänzlich unberechtigt, der Einwirkung dieses schon lange bekannten und für ganz unschuldig gehaltenen Reagens das Auftreten solcher geformten Elemente zuschreiben zu wollen. Das Neutralrot ist ein neutrales Salz, und es ist eine anerkannte Eigentümlichkeit colloidaler Substanzen — als solche möchte ich das Drüsensecret ansprechen —, daß sie aus ihren Lösungen durch neutrale Salze in Form von Tröpfchen ausgefällt werden. Diese so entstandenen Tröpfchen bestehen keineswegs aus fester Secretmasse, sondern repräsentieren Tropfen konzentrierten Secretes, welche gegen ihr Lösungsmittel, also gegen den wässerigen Inhalt der Drüse, durch ein feines Oberflächenhäutchen abgegrenzt werden. Ferner sind diese Fällungen durch neutrale Salze keine dauernden, sondern sie sind reversibler Natur, so daß sie durch die Oberflächenmembran hindurch von neuem mehr oder minder rasch gelöst werden können. Dieses von seiten der physikalischen Chemie allgemein anerkannte Verhalten der Neutralsalzfällungen kann auch in unserm Falle konstatiert werden. Es wurde schon vorher betont, daß die Secretkugeln kurz nach ihrer Ausstoßung sich in dem umgebenden Wasser lösen, und daß auch noch im Sack liegende Secrettropfen plötzlich wieder verschwinden können.

Man muß erwarten, gelegentlich auch auf Schnitten die bei Besprechung der Totalbilder erwähnte nicht präexistierende vacuolenfreie Zone, in deren Bereich der unpaare Ausführgang sich bildet, im Innern der Drüse vorzufinden, und in der Tat trifft man öfters einen Hohlraum, der sich über eine größere Strecke verfolgen läßt. Doch können derartige Dilatationen zweifellos auch durch zufällige Zerreißungen auftreten, so daß eine sichere Entscheidung darüber, was Kunstprodukt ist und was natürliches Verhalten, zur Unmöglichkeit wird. Betreffs der natürlichen Entstehungsweise einer solchen Dilatation ist man vorläufig nur auf Vermutungen angewiesen. Vielleicht ist ihr Auftreten ungefähr so zu erklären, daß, wenn die in dem Gewebe sich allmählich

ansammelnden Secrete einen bestimmten Druck erreicht haben, ein Spalt entsteht, in den sich das Secret ergießt. Die Vergrößerung des Spaltes ginge Hand in Hand mit der Entleerung des Secrets aus den angrenzenden Vacuolen, die dadurch an Volumen verlieren und sich an die Wand zurückziehen würden. Diese Annahme setzt eine periodische Ausstoßung der Secrete voraus, was mit unsern Befunden nicht übel übereinstimmt. Denn nur in den secreterfüllten Säcken (Fig. 32 und 33) tritt ein vacuolenfreier Komplex auf. Die Beseitigung der Vacuolen in den Gabelästen wird vielleicht durch den kräftigen Vorstoß des Secrets bewirkt.

Der retrocerebrale Sack von *Euchlanis* wurde von einigen Autoren als Centralnervensystem in Anspruch genommen. Plate (34, S. 55) hält ihn sogar für »eine besonders mächtig entwickelte Matrixverdickung« und bringt die beiden Papillen am Räderorgan mit ihrem Lumen in Verbindung mit der Respiration. Die Hypothese, daß vielleicht die Drüsenprodukte auf Beutetiere anlockend wirken können, habe ich schon in einem andern Kapitel aufgestellt.

Auch *Euchlanis* ist im Besitze einer auf Totalbildern unsichtbaren subcerebralen Drüse (Fig. 34 *sD*), die direkt hinter dem Gehirn (*Ce*) und an der Ventralseite des retrocerebralen Sackes (Fig. 34 und Taf. XIII, Fig. 40 *rS*) gelegen ist. Sie ist im Vergleich zum Sack recht klein (22 : 8 μ) und hat auf dem Querschnitt (Fig. 40 *sD*) eine wurstförmige Gestalt. Ihre Vacuolen, die infolge der langen Aufbewahrung in Alkohol nicht mehr viel Secret enthalten, sind rundlicher als bei *Eosphora*, und die stark gefärbten Wände dicker. Die kleinen hellen Kerne besitzen einen deutlichen Nucleolus. Die umhüllende Drüsenmembran setzt sich auch auf den Ausführgang fort, der in Fig. 38 (*AsD*) quer getroffen ist.

4. *Notommata aurita* Ebg.

Retrocerebraler Apparat.

Wohl der bekannteste retrocerebrale Sack aller Rädertiere ist der »Kalkbeutel« von *Notommata aurita*. Er fiel allen Beobachtern auf, wenn er auch nur selten als ein vom Gehirn unabhängiges Organ erkannt wurde. Neutralrotfärbungen ergeben nicht immer dieselben Bilder, und die beiden wiedergegebenen Figuren (Taf. XIII, Fig. 41 und 42) können das Thema nicht erschöpfen.

Wie bei *Eosphora*, so besteht auch hier der retrocerebrale Sack aus einem, von oben gesehen ungefähr dreieckigen, Beutel, dem ein

Ausführgang entspringt (Fig. 41 und 42). Der Umriß des Beutels ist etwas traubig, und zwar kann man meist acht verschieden stark ausgeprägte Sättel beobachten, denen natürlich ebenso viele Loben entsprechen.

Die Peripherie des Sackes wird von opaken, bei durchfallendem Licht schwarz erscheinenden Körnchen eingenommen, die sich im optischen Schnitt in den Sätteln zu größeren oder kleineren Haufen vereinigen. Sie sollen nach den älteren Autoren aus Kalk bestehen — daher der Name »Kalkbeutel« —, doch muß ich mit Beauchamp (5, S. 962) dies bestreiten, ohne aber über ihre wahre Natur Angaben machen zu können. An diesen runden oder mehr ovalen Körnchen kann man bei durchfallendem Licht eine schmale dunkle Peripherie von einem hellen Centrum unterscheiden. Sie werden durch die Vitalfärbung ebensowenig tingiert, wie die blasse und völlig strukturlose Grundsubstanz, in der sie eingebettet liegen.

Diese periphere Zone ist mehr oder minder scharf abgesetzt von der inneren mit Neutralrot gefärbten und an ihrem hinteren Ende vacuolären Partie (Fig. 41), deren Begrenzung mit der äußeren Kontur des Sackes ziemlich parallel verläuft. Die homogenen oder leicht granulären Secretkugeln heben sich durch stärkere Tinktion von ihrer Umgebung ab und können manchmal durch eine eigenartige Konfiguration und Färbung den Eindruck eines mit einem großen Nucleolus versehenen Kernes hervorrufen, wie es in Fig. 41 veranschaulicht ist. Wirkliche Kerne habe ich bei Vitalfärbungen nie beobachtet.

Nicht immer erscheint die gefärbte Partie des Sackes einheitlich, wie eben geschildert, sondern sie schien manchmal in eine dorsale und ventrale Hälfte partiell getrennt zu werden, und zwar durch eine in der Mitte der Drüse aufgespannte Platte, die sich nach hinten stielartig verjüngt (Fig. 42) und sich dort festheftet. Diese Platte ist sowohl als Ganzes als auch in sich selbst recht beweglich und kann Exkursionen nach allen Seiten machen. Sie besteht aus dicht aneinander geschmiegten oder kleine Räume zwischen sich lassenden Elementen, die mit den opaken an der Peripherie im wesentlichen übereinstimmen, aber weniger stark hervortreten als jene und durchschnittlich vielleicht auch etwas größer sind.

An das vordere Ende der Drüse setzt sich ein wenig ventral mit verbreiterter Basis ein schlauchförmiger Kanal (Fig. 41 und 42) an, der sich ungefähr in seinem vorderen Drittel gabelt. Die beiden Gabeläste, die in secretleerem Zustande sehr undeutlich sind, verlaufen in je nach der Kontraktion des Räderapparates verschiedenen Windungen

divergierend nach vorn und münden unter Erweiterung ihres Durchmessers in einigem Abstand voneinander am äußeren Kopfende nicht ganz dorsal. Die Ausführgänge werden von einer Membran umhüllt, die sich auch auf den Sack fortsetzt. Ihr Inhalt befindet sich ähnlich wie bei *Eosphora* in einer fast ununterbrochenen gleitenden Bewegung, wobei die Secrete öfters wieder in den Sack zurückrutschen können. Neben den eigentlichen Drüsenprodukten, deren Ausstoßung weniger ruckweise erfolgt als bei *Euchlanis*, kommen in den Gängen auch einige wenige der opaken Körnchen vor. Die reversible Natur der kugeligen Secretfällungen, die durch die Einwirkung des Neutralrots entstanden sind, dokumentiert sich auch hier, indem Secrettropfen plötzlich verschwinden können. Auch das ausgestoßene Drüsenprodukt geht wieder in Lösung über.

Schnitte durch den retrocerebralen Sack liefern wesentlich andre Bilder. Schon die äußere Form, die auf dem Frontalschnitt (Taf. XIII, Fig. 43 *rS*) recht gut erhalten zu sein scheint, macht einen andern Eindruck. Sie bildet ein regelmäßiges Sechseck mit geraden Kanten und etwas abgerundeten Ecken, und jetzt können wir auch auf den Totalbildern (Fig. 41 und 42) diesen Umriß in der Andeutung entdecken.

Um an den blassen Querschnitten (Fig. 45 und 46) etwas Näheres zu erkennen, muß man schon starke Apochromatvergößerungen zu Hilfe nehmen. Der eine etwas deformierte Schnitt (Fig. 45) ist nahe dem Hinterende der Drüse geführt. Das lichte Plasma bildet teils große und unregelmäßige, teils etwas kleinere rundliche Vacuolen und ist nur an der Peripherie ein bißchen dichter strukturiert. Dort liegen auch die hellen mit einem Nucleolus versehenen Kerne. Über den Schnitt verteilt finden sich zahlreiche kleine helle und rundliche Scheiben, die nicht ganz naturgetreu zur Darstellung gebracht werden konnten. Sie brechen das Licht, lassen aber bei keiner Einstellung eine dunkle Randzone erkennen. Ob sie Beziehungen zu den auf Totalbildern sichtbaren lichtbrechenden Körnchen haben, kann ich nicht sagen. In spärlicher Zahl sind noch kleine schwärzliche Granula, vielleicht Secretreste, vorhanden.

Der zweite Schnitt (Fig. 46) ist noch weiter hinten geführt. Das Plasma ist etwas distincter und reichlicher, was darauf hinweist, daß auch bei *Euchlanis* die Secretproduktion im hinteren Abschnitt der Drüse am stärksten ist. Die Vacuolen werden nach innen immer undeutlicher.

Die Lagebeziehung des retrocerebralen Sackes (Fig. 43 *rS*) zum Gehirn ist erheblich verschieden von der bei *Eosphora*. Allerdings ist

hier wie dort der nicht immer hohle Ausführgang (*Ar S*) in das Ganglion eingesenkt, aber bei *Eosphora* liegt der erweiterte Teil der Drüse direkt hinter dem Cerebrum, während bei *Notommata* zwischen dem retrocerebralen Sack (Fig. 43 *r S*) und dem Ganglion (Fig. 44 *Ce*) die zu mächtiger Entwicklung gelangte subcerebrale Drüse (Fig. 43 und 44 *sD*) eingeschaltet ist. Der Ausführgang des retrocerebralen Sackes hat also zunächst die dorsale Oberfläche der subcerebralen Drüse, in die er etwas eingelassen ist, zu passieren und geht erst dann auf das Gehirn über. Nun befindet sich das Augenpigment konstant ventral an der Vereinigungsstelle des Ductus mit dem Sack, kann also nicht, wie es öfters behauptet wird, dem Gehirn unmittelbar anliegen, was bei *Eosphora* der Fall ist, sondern hat seinen Platz am hinteren Rande der subcerebralen Drüse (Fig. 43 *sD*). Die bisherigen Autoren vermochten eben diese und das Ganglion nicht auseinander zu halten, was auf Totalpräparaten leicht passieren kann.

Die subcerebrale Drüse hat, wie die beiden hintereinander folgenden Frontalschnitte (Fig. 43 und 44 *sD*) zeigen, fast riesige Dimensionen angenommen. Sie hat eine laterale Ausdehnung von 50 μ, eine dorsoventrale von 20 μ, eine Länge von 28 μ und wird überall von einer Membran umhüllt. Sie besitzt eine etwas nierenförmige Gestalt und liegt dem Hinterrande des Gehirns (Fig. 44 *Cc*), dessen größte Ausdehnung auf einen andern Schnitt fällt, dicht an. Das oft etwas klumpige Plasma der subcerebralen Drüse bildet kleinere unregelmäßige Vacuolen mit meist ziemlich dicken Wänden. Die Kerne zeichnen sich durch einen relativ sehr großen Nucleolus aus.

Aus der Drüse entspringt ein mächtiger in das Ganglion eingesenkter Ausführgang, der den des retrocerebralen Sackes ventral begleitet und sich noch innerhalb des Gehirns gabelt. Die Gabeläste verjüngen sich nach vorn und münden am vorderen Ende des Tieres.

Zu vorliegender Arbeit wurde ich von meinem hochverehrten, leider so früh verstorbenen Lehrer, Herrn Prof. Dr. Seeliger, angeregt. Ich werde seiner stets in dankbarer Ehrfurcht gedenken.

Ebenso fühle ich mich Herrn Prof. Dr. Will für das meinen Untersuchungen entgegengebrachte Interesse und die mannigfachen Unterstützungen zu herzlichem Danke verpflichtet.

Rostock, im August 1909.

Literaturverzeichnis.

1. St. Apáthy, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mitteilungen aus der zoolog. Stat. zu Neapel. Bd. XII. 1897.
2. S. Bartsch, Die Rädertiere und ihre bei Tübingen beobachteten Arten. Jahresh. des Ver. f. vaterländ. Naturk. in Württemberg. Jahrg. XXVI. 1870.
3. P. M. de Beauchamp, Remarques sur Eosphora digitata Ehrenberg et description de son mâle. Archiv. de Zoolog. expériment. et général. 4. Sér., Tome III. 1905. Notes et Revue.
4. — Instructions pour la récolte et la fixation en masse des Rotifères. Ebenda. 4. Sér., Tome IV. 1905. Notes et Revue.
5. — Sur l'organe rétro-cérébral de certains Rotifères. Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris. Tome CXLI. 1905.
6. — Nouvelles observations sur l'appareil rétrocérébral des Rotifères. Ebenda. Tome CXLIII. 1906.
7. — Morphologie et variations de l'appareil rotateur dans la série des Rotifères. Archiv. de Zoolog. expériment. et général. 4. Sér., Tome VI. 1907.
8. D. Bergendal, Beiträge zur Fauna Grönlands. I. Zur Rotatorienfauna Grönlands. Act. Universit. Lundens. Tome XXVIII. 1891—92.
9. L. Bilfinger, Ein Beitrag zur Rotatorienfauna Württembergs. Jahresh. des Ver. f. vaterländ. Naturk. in Württemberg. Jahrg. XLVIII. 1892.
10. E. Daday, Morphologisch-physiologische Beiträge zur Kenntnis der Hexarthra polyptera Schm. Természetrajzi Füzctek. Vol. X. 1886.
11. Y. Delage et E. Hérouard, Traité de Zoologie concrète. Tome V. Les Vermidiens. Paris. 1897.
12. F. Dujardin, Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires. Paris. 1841.
13. K. Eckstein, Die Rotatorien der Umgegend von Gießen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIX. 1883.
14. C. G. Ehrenberg, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. 1838.
15. B. Eyferth, Die einfachsten Lebensformen. Systematische Naturgeschichte der mikroskopischen Süßwasserbewohner. Braunschweig. 1878.
16. R. Gast, Beiträge zur Kenntnis von Apsilus vorax (Leidy). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXVII. 1900.
17. R. Goldschmidt, Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zoolog. Jahrb. Bd. XXI. 1905.
18. — Einiges vom feineren Bau des Nervensystems. Verhandlg. der Deutschen Zoolog. Gesellsch. 17. Jahresversammlung. 1907.
19. — Das Nervensystem von Ascaris lumbricoides und megalocephala. Ein Versuch, in den Aufbau eines einfachen Nervensystems einzudringen. I. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XC. 1908.
20. Ph. H. Gosse, On the structure, functions and homologies of the manducatory organs in the class Rotifera. Phil. Transactions of the roy. soc. of London. Vol. CXLVI. 1856.

21. Clara Hamburger, Das Männchen von Lacinularia socialis Ehrbg. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. LXXXVI. 1907.
22. R. Hertwig, Die Protozoen und die Zelltheorie. Archiv f. Protistenkunde. Bd. I. 1902.
23. St. Hlava, Beiträge zur Kenntnis der Rädertiere. I. Über die Anat. von Conochiloides natans (Seligo). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXXX. 1906.
24. C. T. Hudson and P. H. Gosse, The Rotifera. London. 1889.
25. — Supplement zum vorhergehenden.
26. Th. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Tiere. Deutsche Ausgabe von J. W. Spengel. Leipzig. 1878.
27. Lenssen, Contribution á l'étude du développement et de la maturation des œufs chez l'Hydatina senta. La Cellule. Tome XIV. 1898.
28. K. M. Levander, Beiträge zur Kenntnis der Pedalion-Arten. Act. societ. pro Fauna et Flora fennica. Vol. XI. 1895.
29. F. Leydig, Über den Bau und die systematische Stellung der Rädertiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. 1854.
30. — Über Hydatina senta. Müllers Archiv. 1857.
31. E. Martini, Studien über die Konstanz histologischer Elemente. I. Oikopleura longicauda. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XCII. 1909.
32. J. Masius, Contribution à l'étude des Rotateurs. Archiv. de Biologie. Tome X. 1890.
33. Th. H. Montgomery, On the Morphologie of the Rotatorian Family Floscullariidae. Proc. of the Acad. of scienc. Philadelphia. Vol. LV. 1903.
34. L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XIX. 1885.
35. Ch. F. Rousselet, Liste der bis jetzt bekannt gewordenen männlichen Rädertiere. Forschungsber. aus der biolog. Stat. zu Plön. Bd. X. 1902.
36. L. K. Schmarda, Neue wirbellose Tiere, beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde. 1853—57. Bd. I. Leipzig. 1859.
37. K. C. Schneider, Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena. 1902.
38. Stein, Rotatoria. Tageblatt der Leipziger Naturforscherversammlg. 1872.
39. K. E. Stenroos, Das Tierleben im Nurmijärvi-See. Act. societ. pro Fauna et Flora fennica. Vol. XVII. 1898.
40. G. Tessin, Über Eibildung und Entwicklung der Rotatorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIV. 1886.
41. — Rotatorien der Umgegend von Rostock. Arch. des Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg. Jahrg. XLIII. 1890
42. P. Vignon, Recherches de Cytologie générale sur les Epithéliums. Paris. 1902.
43. E. F. Weber, Faune rotatorienne du bassin du Léman. 2me partie: Ploima et Scirtopoda. Revue Suisse de Zoolog. Tome V. 1897—98.
44. A. Wierzejski, Atrochus tentaculatus n. g. et sp. Diese Zeitschr. Bd. LV. 1893.

45. C. Zelinka, Studien über Rädertiere. I. Über die Symbiose und Anatomie von Rotatorien aus dem Genus Callidina. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIV. 1886.

46. — II. Der Raumparasitismus und die Anatomie von Discopus synaptae n. g. nov. sp. Ebenda. Bd. XLVII. 1888.

47. — III. Zur Entwicklungsgeschichte der Rädertiere nebst Bemerkungen über ihre Anatomie und Biologie. Ebenda. Bd. LIII. 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Abkürzungen:

ArS, Ausführgang des retrocerebralen Sackes;
AsD, Ausführgang der subcerebralen Drüse;
Au, Ohr;
Ce, Gehirn;
cr, Chitinring;
Do, Dotterstock;
dSt, dorsaler Stirnhöcker;
dT, Rückentaster;
Dz, Drüsenzelle;
Exc, Aufknäuelung der Excretionsröhre;
f, Funda;
fc, Fulcrum;
Fdg, Fußdrüsengang;
Fdr, Fußdrüse;
Fi, axiale Fibrille der Fasersubstanzröhren;
Fs, centrale Fasersubstanz;
Fu, Fuß;
gm, Ganglion im Mastax;
Gz, Ganglienzelle;
h, Hakenstück;
Ha, Hals;
hlm, Hautlängsmuskel;
hW, hinterer Wimperkranz;
Hy, Hypodermis;
Kcu, Körpercuticula;
kg, Kopfganglion;
ki, Kiefer;
Ko, Kopf;
kz, Kopfzelle;
l, Chitinleiste;
lm, Leibeshöhlenmuskel;
lT, Lateraltaster;
M, Matrix des Räderorgans;
m, Muskel;
Ma, Magen;
ma, Mastax;
mb, Manubrium;
Mdr, Magendrüse;
mdr, Drüse im Mastax;
mf, Muskelfasern;
mk, Muskelkästchen;
n, Nerv;
O, Mund;
oc, Auge;
Oe, Oesophagus;
Oh, Mundhöhle;
Ohw, Wand der Mundhöhle;
P, Papille des Räderorgans;
pS, Perifibrillärsubstanz;
r, Ramus;
Rcu, Cuticula des Räderorgans;
Re, Enddarm;
rm, Ringmuskel;
Ro, Räderorgan;
rS, retrocerebraler Sack;
Ru, Rumpf;
Sch, Scheide;
sD, subcerebrale Drüse;
So, Sinnesorgan;
Sts, Stäbchensaum;
Sz, Sinneszelle;
t, Tasche;
tn, Tasternerv;
u, Uncus;

vSt, ventraler Stirnhöcker; *Z*, Zelle;
vW, vorderer Wimperkranz; *Ze*, Zehe.
W, Wimpern;

Sämtliche Abbildungen, mit Ausnahme der Textfig. und der Fig. 8,4*A*, 18 und 21, sind mit Hilfe eines Zeissschen Zeichenprismas entworfen. Aufeinander folgende Schnitte einer Serie tragen Doppelbezeichnungen (z. B. Fig. 3,1, 3,2 8,5 usw.). Alle Querschnitte wurden so orientiert, daß die Dorsalseite oben, die Ventralseite unten liegt. Bei Sagittalschnitten und der seitlichen Totalansicht befindet sich die Dorsalseite rechts, abgesehen von den Fig. 15,1, 15,1*A* und 15,2, die ihre Rückenseite nach oben kehren. Wenn andre Hinweise fehlen, beträgt die Schnittdicke 5 μ. In den meisten Fällen kam eine Zeisssche Öl-Immers. 1/12 und Oc. III (Vergr. 810 : 1) zur Verwendung. Die benutzten Apochromat-Immers. stammen von Leitz.

Es dürfte sich empfehlen, die Fig. 3,1—3,7 unter Zuhilfenahme einer Lupe zu studieren.

Den Originalzeichnungen ganz genau entsprechende Kopien zu erlangen, war leider nicht möglich.

Eosphora digitata.

Tafel IX.

Fig. 1. Ausgestrecktes Tier von der Dorsalseite gesehen. Zeiss. Obj. DD. Oc. III. Vergr. 375 : 1.

Fig. 2. Ausgestrecktes Tier von der Seite gesehen. Vergr. wie vorher.

Fig. 3,1—3,5. Fortlaufende Querschnitte einer Serie. Die Serie beginnt mit dem vordersten Körperende. Die folgenden Schnitte der gleichen Serie (Fig. 3,6—3,17) siehe Taf. II.

Fig. 3,1—3,4. Vergr. 750 : 1.

Fig. 3,5. Vergr. 850 : 1.

Tafel X.

Fig. 3,6—3,17. Fortlaufende Querschnitte einer Serie. Die vorhergehenden Schnitte der gleichen Serie (Fig. 3,1—3,5) siehe Taf. IX.

Fig. 3,6*A*. Konturzeichnung des Gehirns von Fig. 3,6.

Fig. 3,6*B*. Partie aus der linken Gehirnhälfte von Fig. 3,6 bei tiefer Einstellung.

Fig. 3,6*C*. Linker dorsolateraler Retractor mit anliegender Ganglien- und Drüsenzelle von Fig. 3,6.

Fig. 3,7*A*. Konturzeichnung des Gehirns von Fig. 3,7.

Fig. 4,1. Querschnitt durch das Gehirn.

Fig. 4,1*A*. Eine linke Partie davon bei tiefer Einstellung.

Fig. 4,2. Der folgende Schnitt.

Fig. 5. Teilquerschnitt durch den Oesophagus. Homog. Immers. 2 mm, Apert. 1,30, Komp.-Oc. VIII.

Fig. 6. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt des retrocerebralen Sackes.

Fig. 7. Querschnitt durch die dorsale Wand des Mastax. Muskelkästchen.

Tafel XI.

Fig. 8,1—8,9. Aufeinander folgende Frontalschnitte einer Serie durch das Vorderende. Die Serie geht von dorsal nach ventral.

Fig. 8,2*A*. Die vorderen Ecken des Gehirns von Fig. 8,2.

Fig. 8,4*A*. Cuticula eines dorsalen Stirnhöckers. Stark vergr.

Fig. 8,5—8,9. Homog. Immers. 2 mm, Apert. 1,30, Komp.-Oc. XII.

Fig. 8,7*A*. Ein Teil von Fig. 8,7 bei hoher Einstellung. Vergr. wie vorher.

Fig. 9. Frontalschnitt durch das Hinterende des Gehirns und den retrocerebralen Apparat. 10 μ.

Tafel XII.

Fig. 10. Medianschnitt durch die vordere Körperregion.

Fig. 11. Paramedianschnitt durch das Auge, die subcerebrale Drüse mit Ausführgang und den retrocerebralen Sack.

Fig. 12. Sagittalschnitt durch das Hinterende des Gehirns, die subcerebrale Drüse und den dorsomedianen Retractor.

Fig. 13. Vorn medianer, hinten paramedianer Längsschnitt durch das Gehirn.

Fig. 14 *a, b, c*. Medianschnitte durch den ventralen Stirnhöcker.

Fig. 14*a*. Situs desselben.

Fig. 14*b*. } Vergr. Homog. Immers. 2 mm, Apert. 1,30, Komp.-Oc.
Fig. 14*c*. } XVIII.

Fig. 15,1. Medianschnitt durch den Rückentaster. Hohe Einstellung. Vergr. wie vorher.

Fig. 15,1*A*. Derselbe Schnitt bei normaler Einstellung. Dies. Vergr.

Fig. 15,2. Der folgende Schnitt. Dies. Vergr.

Fig. 16. Kiefer von der Ventralseite gesehen. Zeiss Obj. DD, Oc. III. Vergr. 375 : 1.

Fig. 17. Kiefer in Seitenansicht. Vergr. wie vorher.

Fig. 18. Kiefer im geöffneten Zustande. Stärker vergr.

Fig. 19. Frontalschnitt durch die Zähne der Rami.

Fig. 20. Frontalschnitt durch das Fulcrum und die ihm benachbarte Muskulatur.

Fig. 21. Manubria mit den nach hinten und ventralwärts umgeschlagenen Unci. Schematisch.

Fig. 22 *a—f*. Schnitte durch periencephalische Ganglienzellen. Der scharfe Kontur bedeutet überall die Gehirngrenze.

Fig. 23 *a—d*. Schnitte durch periphere Ganglienzellen.

Fig. 24 *a—c*. Muskelquerschnitte.

Fig. 25. Querschnitt durch den Magen.

Hydatina senta.

Fig. 26. Querschnitt durch das Vorderende in Höhe des Gehirns.

Fig. 27—30. Querschnitte durch die Wand des Räderorgans.

Euchlanis dilatata.

Fig. 31—33. Retrocerebraler Sack nach vitaler Färbung mit Neutralrot. Vergr. 450 : 1.

Fig 34. Paramedianer Sagittalschnitt durch den retrocerebralen Sack, die subcerebrale Drüse und das Gehirn.

Fig. 35. Stück eines Frontalschnittes durch die Wand des retrocerebralen Sackes. 10 μ.

Tafel XIII.

Fig. 36. Ventraler Frontalschnitt durch den retrocerebralen Sack. 10 μ.

Fig. 37. Querschnitt durch die hintere Partie des retrocerebralen Sackes.

Fig. 38. Querschnitt durch die vordere Partie des retrocerebralen Sackes, den Ausführgang der subcerebralen Drüse und einen Teil des Gehirns.

Fig. 39. Querschnitt durch die beiden Papillen des Räderorgans.

Fig. 40. Querschnitt durch die subcerebrale Drüse und einen Teil des retrocerebralen Sackes.

Notommata aurita.

Fig. 41 u. 42. Retrocerebraler Sack nach vitaler Färbung mit Neutralrot. Vergr. 450 : 1.

Fig. 43 u. 44. Zwei aufeinander folgende Frontalschnitte durch den retrocerebralen Apparat und das Gehirn. 10 μ.

Fig. 45 u. 46. Querschnitte durch die hintere Partie des retrocerebralen Sackes. Homog. Immers. 2 mm, Apert. 1,30, Komp.-Oc. XII.

LEBENSLAUF

Ich wurde am 17. August 1885 zu Stuttgart geboren, besuchte das dortige Eberhard-Ludwig-Gymnasium und studierte dann in Würzburg und Berlin Zahnheilkunde. Im Mai des Jahres 1905 legte ich an erstgenannter Universität das Staatsexamen mit Note I ab.

Zur Fortsetzung meiner schon in Würzburg begonnenen naturwissenschaftlichen Studien wandte ich mich im Herbst 1905 nach Rostock, hörte Zoologie, Botanik und Geologie und bestand im Winter des Jahres 1909 das Rigorosum mit dem Prädikat »summa cum laude«.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

1.

2.

P hW So kz rW Ro O

dSt

Cc

Au

Ko

ArS

Dz

oc

sD

ma

rS

dT

mdr

Oc

Ha

Mdr

Ma

Do

Re

Fdr

Fu

Fdq

Ze

Sz

X_1

3,1.

X Z Y

kz

Fu

Sz

X_1

Ze

lm_4

lm_5

rm_1

lm_7

rm_2

rm_3

Ru

rm_4

n

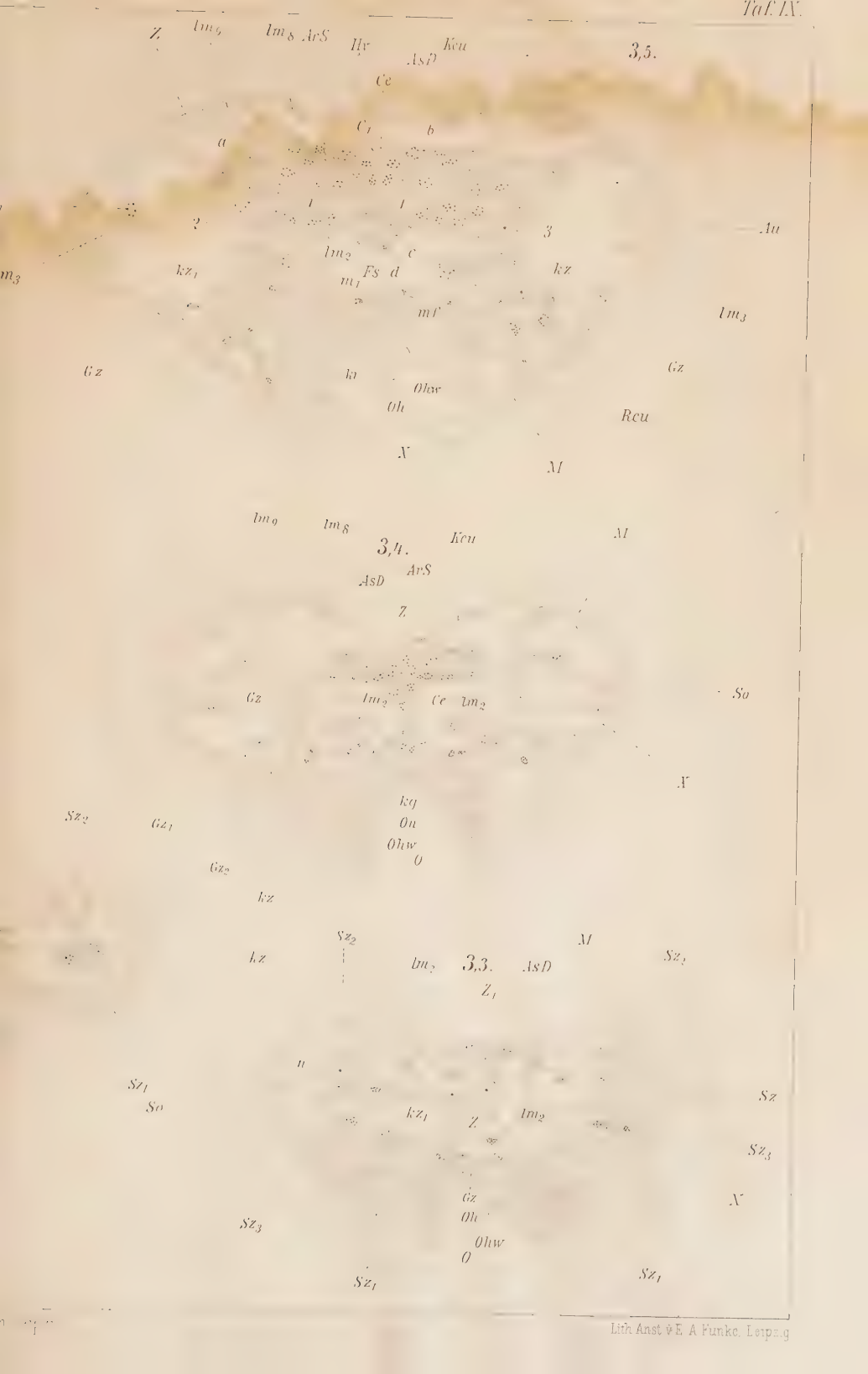
hlm_1

M

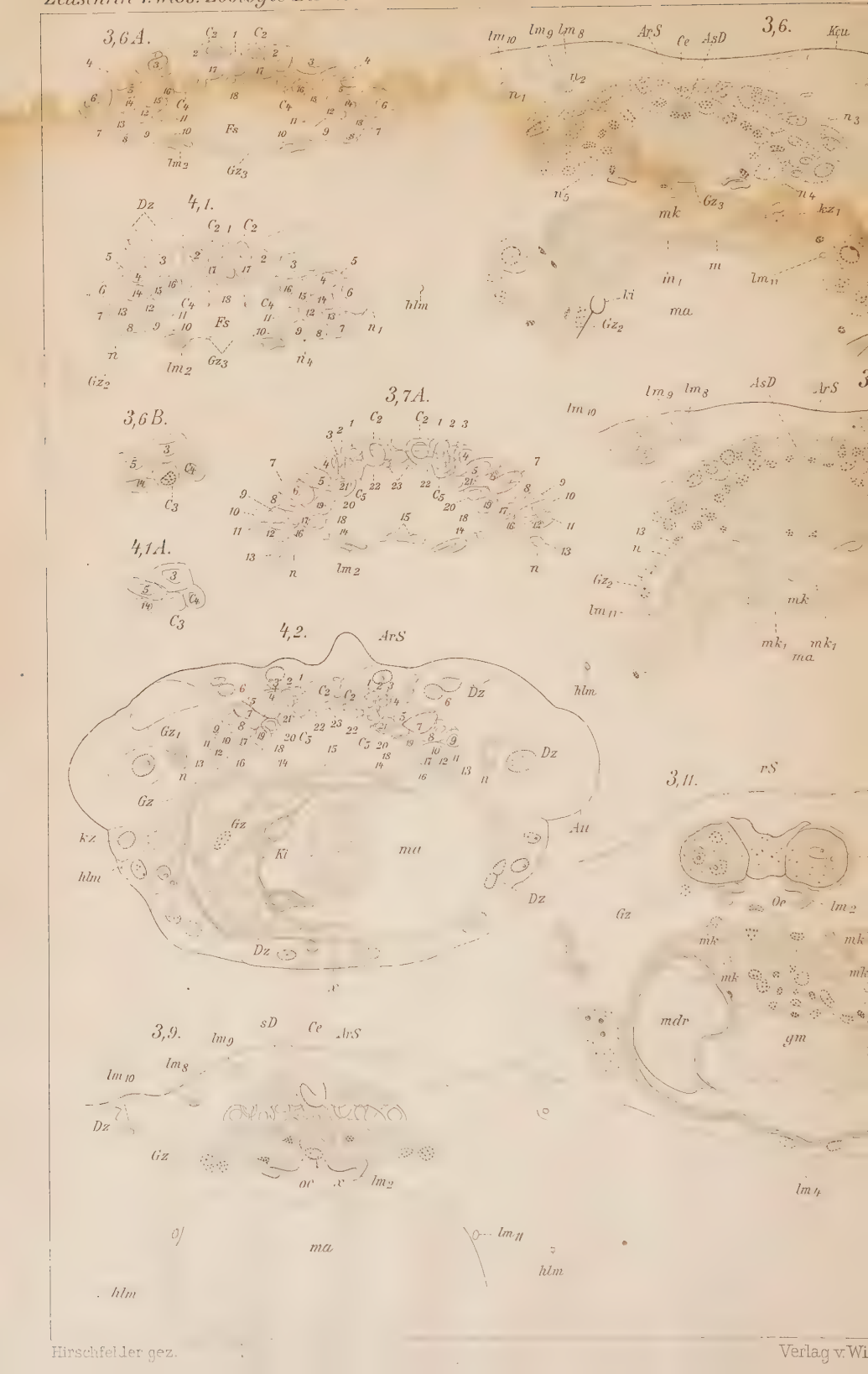
t

kz

Hirschfe.der gez



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

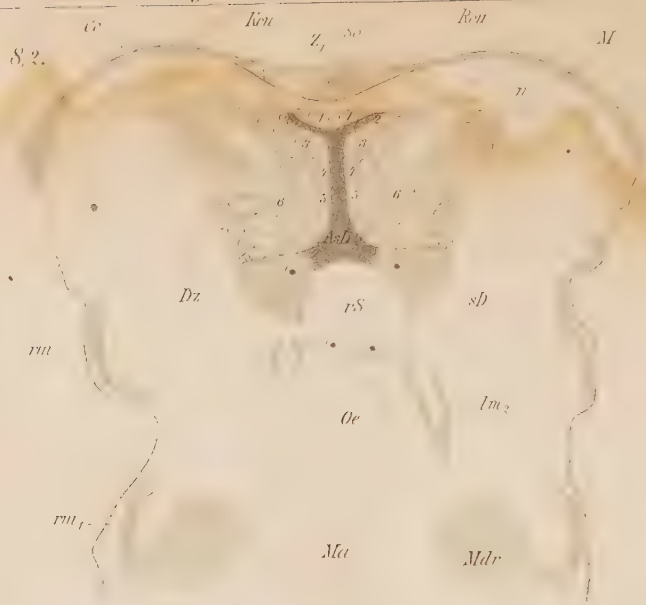


Hirschfelder gez.

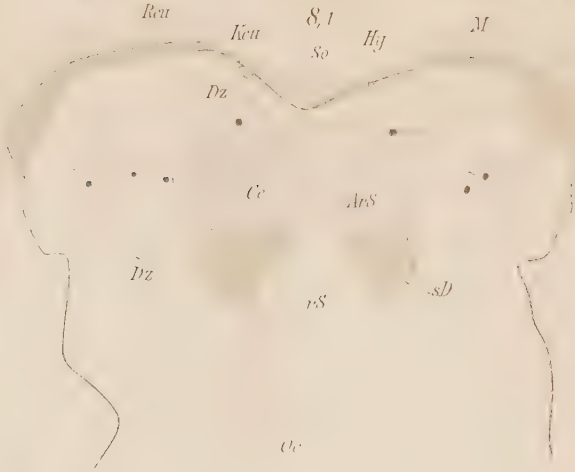
Verlag v. Wi

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

8,2.

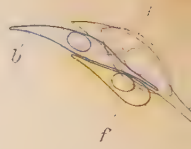


8,1



8,8.

8,9.

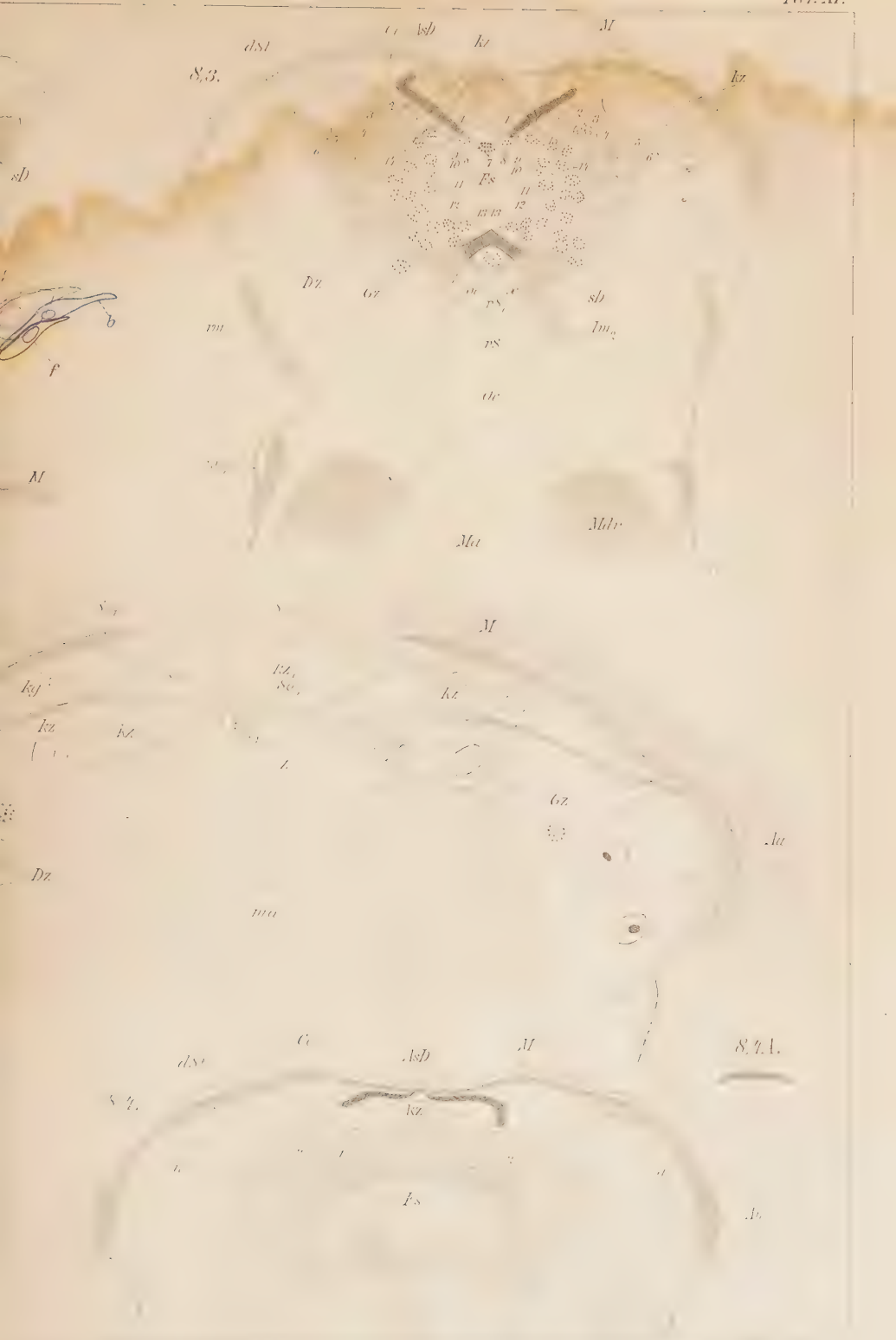


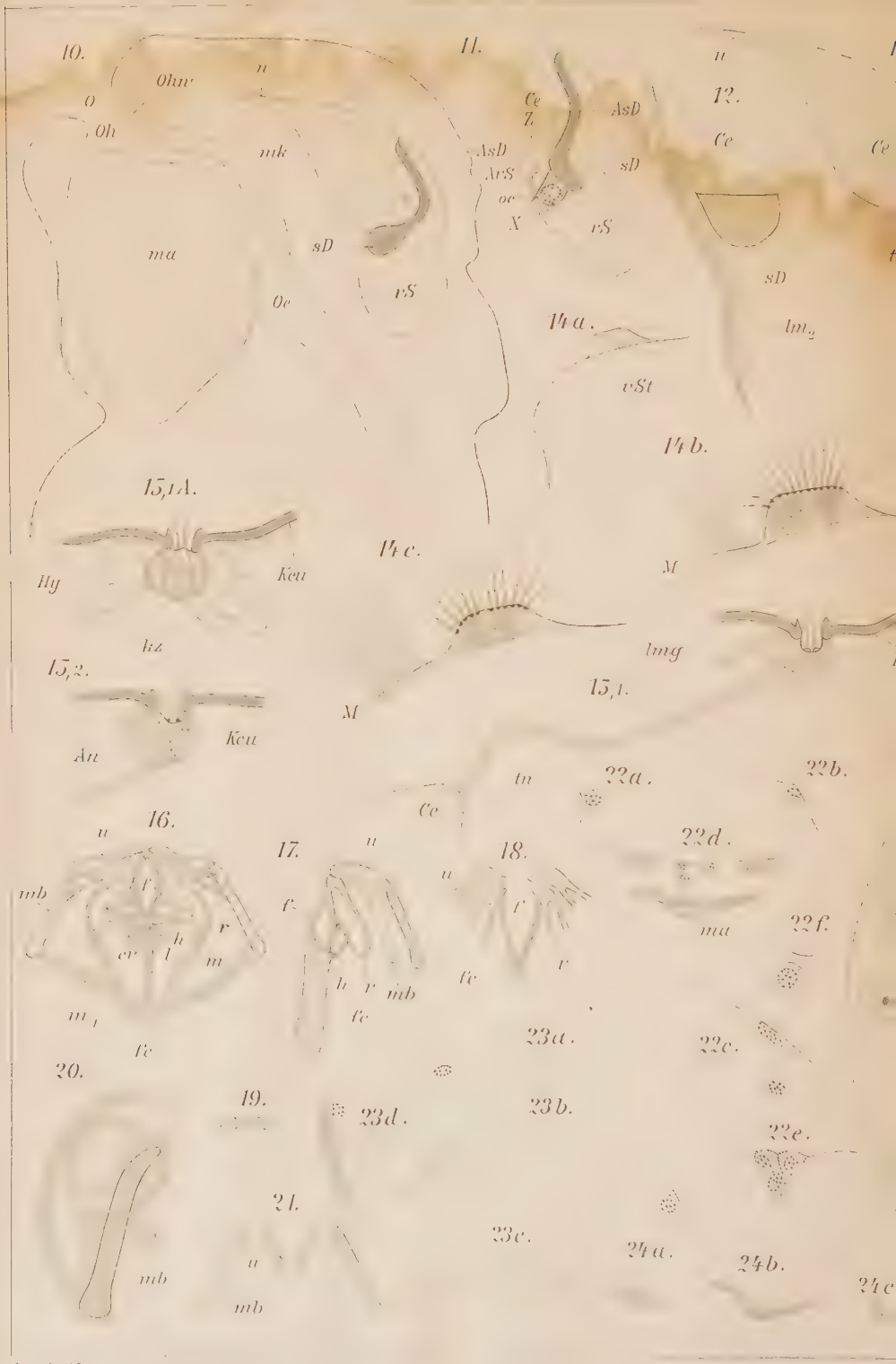
kz

8,7.1.

8,5

Verlag v Wilh

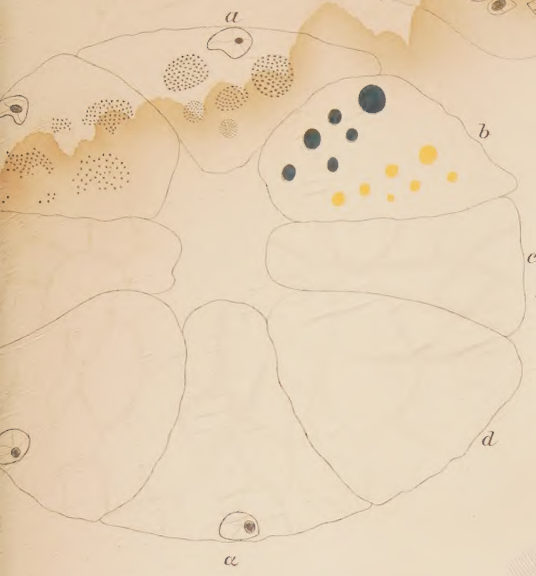

8,3.
8,4.A.
Fs
Dz
Gz
sD
M
Ma
Mdr
kz
kg
Dz
AsD
M
kz
Fs



Hirschfelder gez.

Verlag v.W

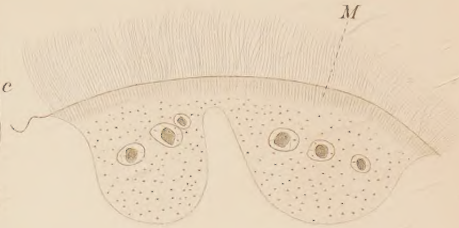
25.



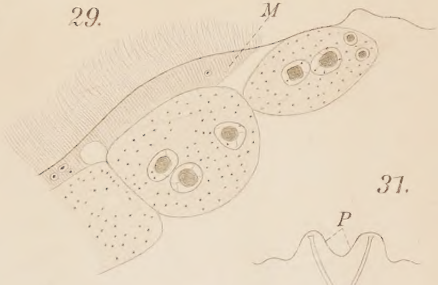
27.

30.

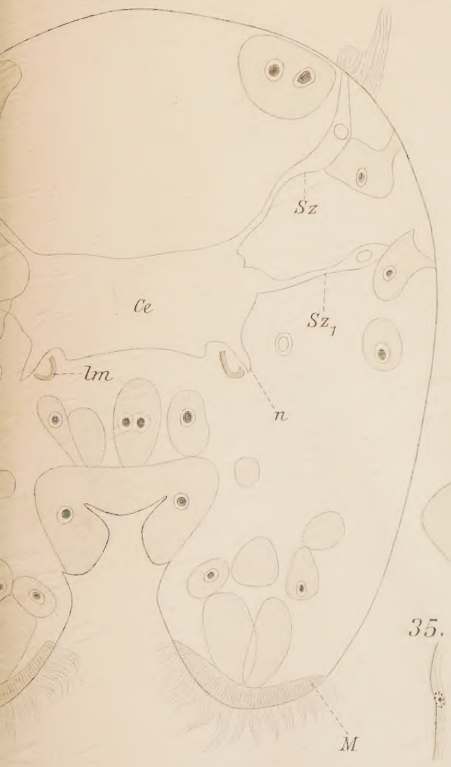
28.



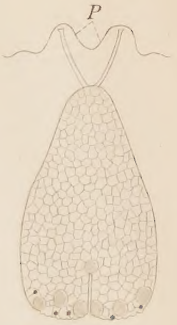
29.



26.

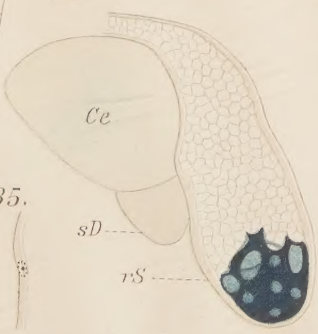


31.



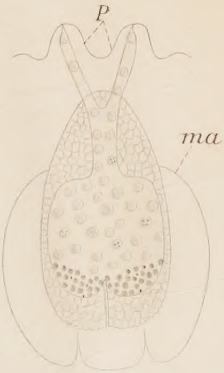
33.

34.



35.

32.

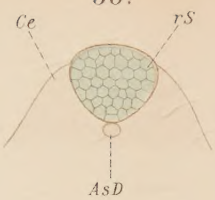


Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

36.

37.

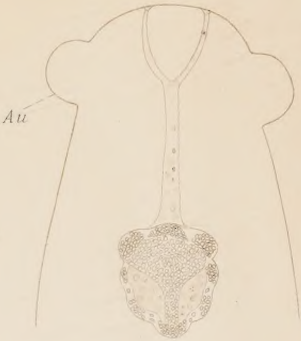
38.



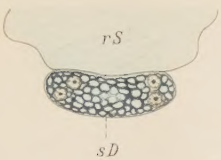
41.

39.

42.

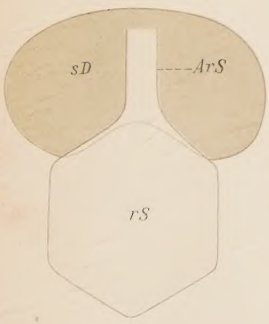


40.

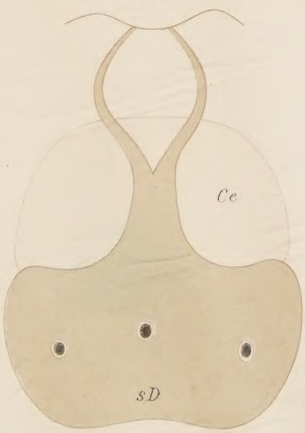
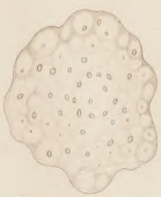


45.

43.



44.



46.